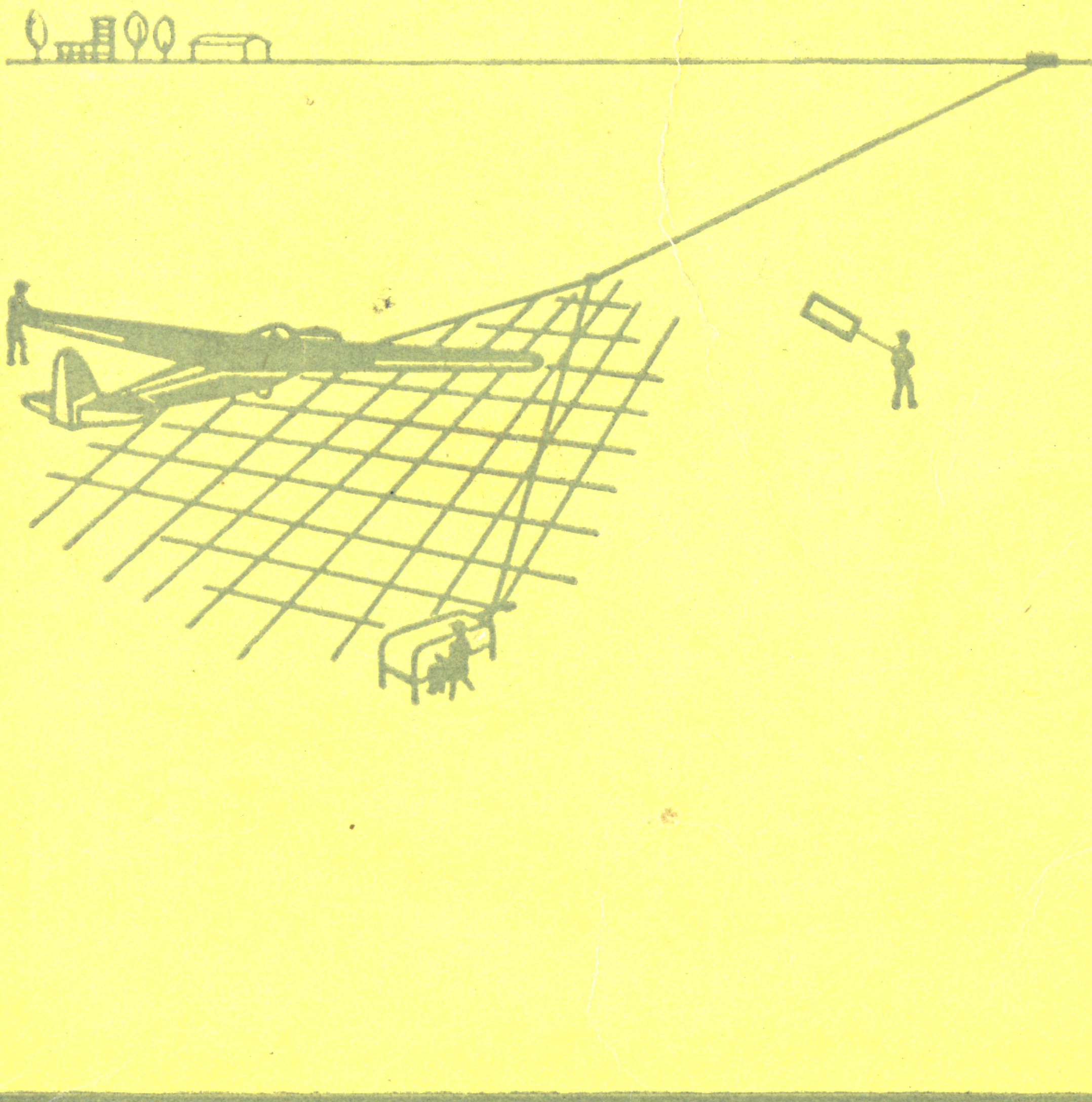
AEROKLUB PRL

URZĄDZENIA STARTOWE

Aeroklub Grudziądzki
Wyczynowy Ośrodek Szkol. Szybowcowego
w Lisich Kątach k/Grudziądza
Tel Grudziądz 37
86-325 - MOKRE



SZKOLENIE SZYBOWCOWE

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI

Autor
JÓZEF ZIELEZIŃSKI

[illegible]

W książce podano niezbędne dla szybownika wiadomości o budowie, działaniu i właściwym użytkowaniu startowych urządzeń szybowców, ze szczególnym uwzględnieniem wyciągarek szybowcowych.

Książka należy do serii obejmującej całokształt szkolenia szybowcowego. Przeznaczona jest przede wszystkim dla kandydatów na pilotów szybowcowych, może zainteresować również instruktorów szybowcowych, obsługę naziemną szybowisk oraz wszystkich interesujących się sportem szybowcowym.

Okładkę projektował
KRZYSZTOF RACINOWSKI

Redaktor
TERESA DRZAL

Redaktor techniczny
LEOKADIA ZWOLAKOWSKA

Korektor
KRYSTYNA SKRZYPEK

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI — WARSZAWA 1968

Wydanie I. Nakład 2000 + 200 egz. Ark. druk. 2,2. Ark. wyd. 3. Oddano do składania we wrześniu 1967. Podpisano do druku i druk ukończono w styczniu 1968. Papier druk. sat. kl. III, 80 g, 70×100/24. Zamówienie P/169/67. K/5452. Cena zł 7.—.

Zakł .Graf. „Tamka", Zakł. nr 1, W-wa. Zam. 1709/67. T-93.

BIBLIOTEKA AEROKLUBU POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

W cyklu wydawniczym Biblioteki Aeroklubu PRL przygotowywanym przez Dział Szkolenia Lotniczego Zarządu Głównego Aeroklubu PRL pierwszą serię stanowi „Szkolenie Szybowcowe".

W serii tej znajdzie Czytelnik pełny materiał szkoleniowy obejmujący wiadomości z zakresu szkolenia szybowcowego niezbędne do otrzymania srebrnej odznaki oraz licencji pilota szybowcowego. Seria ta obejmuje następujące tematy, ujęte w 11 broszurach: historia lotnictwa, przepisy lotnicze, mechanika lotu, meteorologia, nawigacja, medycyna lotnicza, budowa szybowców, wyposażenie szybowców, urządzenia startowe, eksploatacja szybowców i zasady pilotażu.

Każda broszura z omawianej serii stanowi odrębną całość tematyczną i może służyć za materiał samokształceniowy lub za pomocniczy podręcznik dla słuchaczy odpowiednich kursów teoretycznych. Tematy kontrolne podane na końcu każdej broszury są jednocześnie pytaniami Lotniczej Komisji Egzaminacyjnej przeprowadzającej egzaminy na licencję pilota szybowcowego.

Czytelnicy interesujący się lotnictwem, lecz nie zajmujący się praktycznym szkoleniem lotniczym, znajdą w naszym cyklu interesującą lekturę, wyjaśniającą przystępnie zagadnienia lotnictwa.

Dział Szkolenia Lotniczego
Aeroklubu PRL

SPIS TREŚCI

Rozdział 1. Wyciągarka szybowcowa 5
Budowa wyciągarki 5
Wyciągarki krajowe 21
Przegląd i przygotowanie wyciągarki do pracy . . 24

Rozdział 2. Ściągarka szybowcowa 25

Rozdział 3. Liny startowe 31
Budowa liny 31
Łączenie lin stalowych 33
Montaż zespołu lin startu wyciągarkowego 37
Liny holownicze do startu za samolotem 40
Gumowe liny startowe 42

Rozdział 4. Samolot holujący 44

Tematy kontrolne 51

Rozdział 1

WYCIĄGARKA SZYBOWCOWA

Szybowiec jest pozbawiony własnego źródła napędu, toteż musi korzystać przy starcie ze źródeł energii dostarczanych przez dodatkowe urządzenia, zwane urządzeniami startowymi. Istnieje wiele odmian tych urządzeń, a korzystanie z odpowiedniego ich rodzaju uzależnione jest od przeznaczenia szybowca, warunków terenowych, warunków atmosferycznych, a także od środków finansowych, jakimi dysponuje użytkownik szybowca.

Do najstarszej metody startu zalicza się start ze zbocza za pomocą pary lin gumowych. Ten rodzaj startu praktykowany jest jeszcze obecnie w górskich szkołach szybowcowych i jest bez wątpienia najbardziej ekonomiczny. Ponieważ jednak energia zawarta w naciągniętych linach startowych wystarcza zaledwie na wprawienie szybowca w ruch, a nie może zapewnić uzyskania przez szybowiec wysokości, stosowanie lin w terenie płaskim jest niecelowe.

W terenie płaskim praktykowane są więc wyłącznie mechaniczne metody startu umożliwiające uzyskanie przez szybowiec znacznej wysokości nad miejsce startu. Do metod tych zalicza się start za wyciągarką i za samolotem oraz, tracący popularność, bezpośredni start za samochodem.

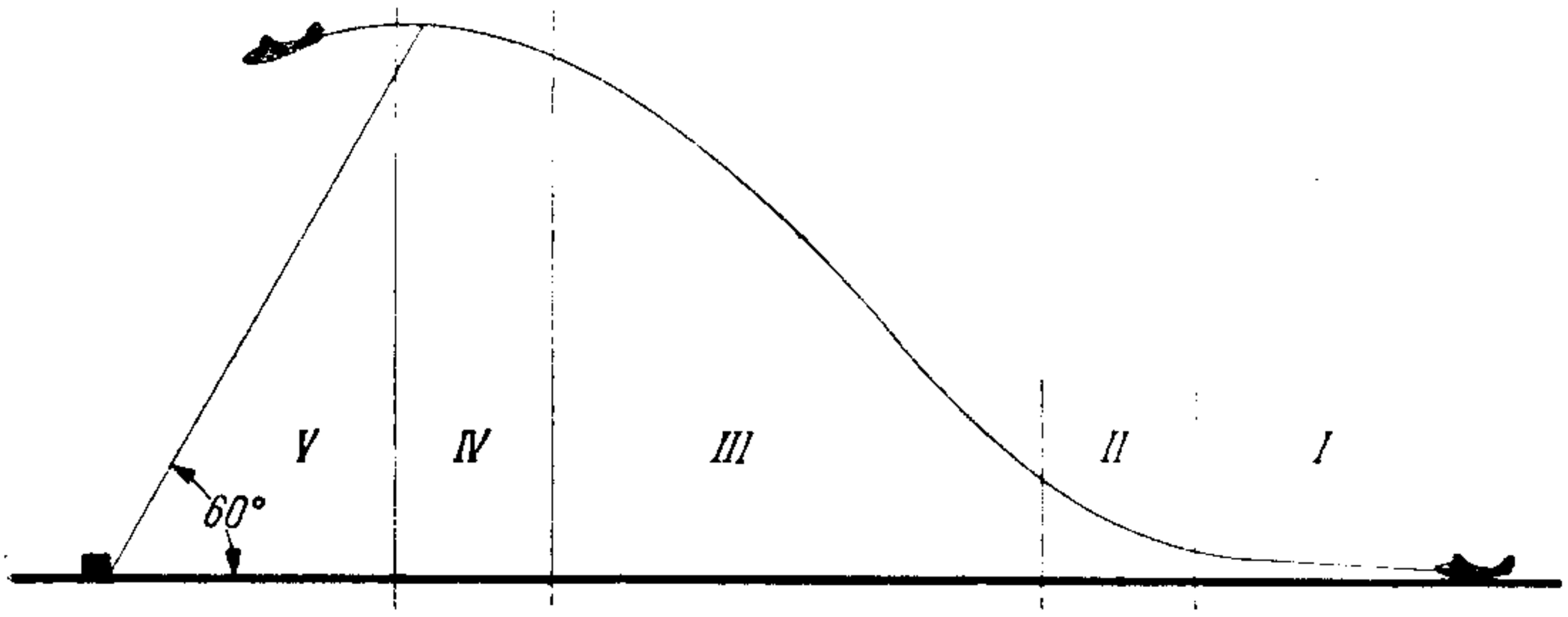
Okres intensywnego rozwoju wyciągarek przypada na lata drugiej wojny światowej *). W okresie tym konstrukcja wyciągarek poddawana była stałym udoskonaleniom, a możliwości zastosowania wyciągarek rozszerzyły się tak dalece, że w wielu krajach stały się one podstawowym środkiem startu szybowca.

Budowa wyciągarki

Zasadniczym elementem wyciągarki szybowcowej jest obrotowy bęben, na który nawija się lina stalowa ciągnąca star-

*) Szczegółowe wiadomości na temat rozwoju urządzeń startowych zawiera książka J. Zielezińskiego pt. „Urządzenia startowe szybowców i ich obsługa", WKŁ, Warszawa 1965.

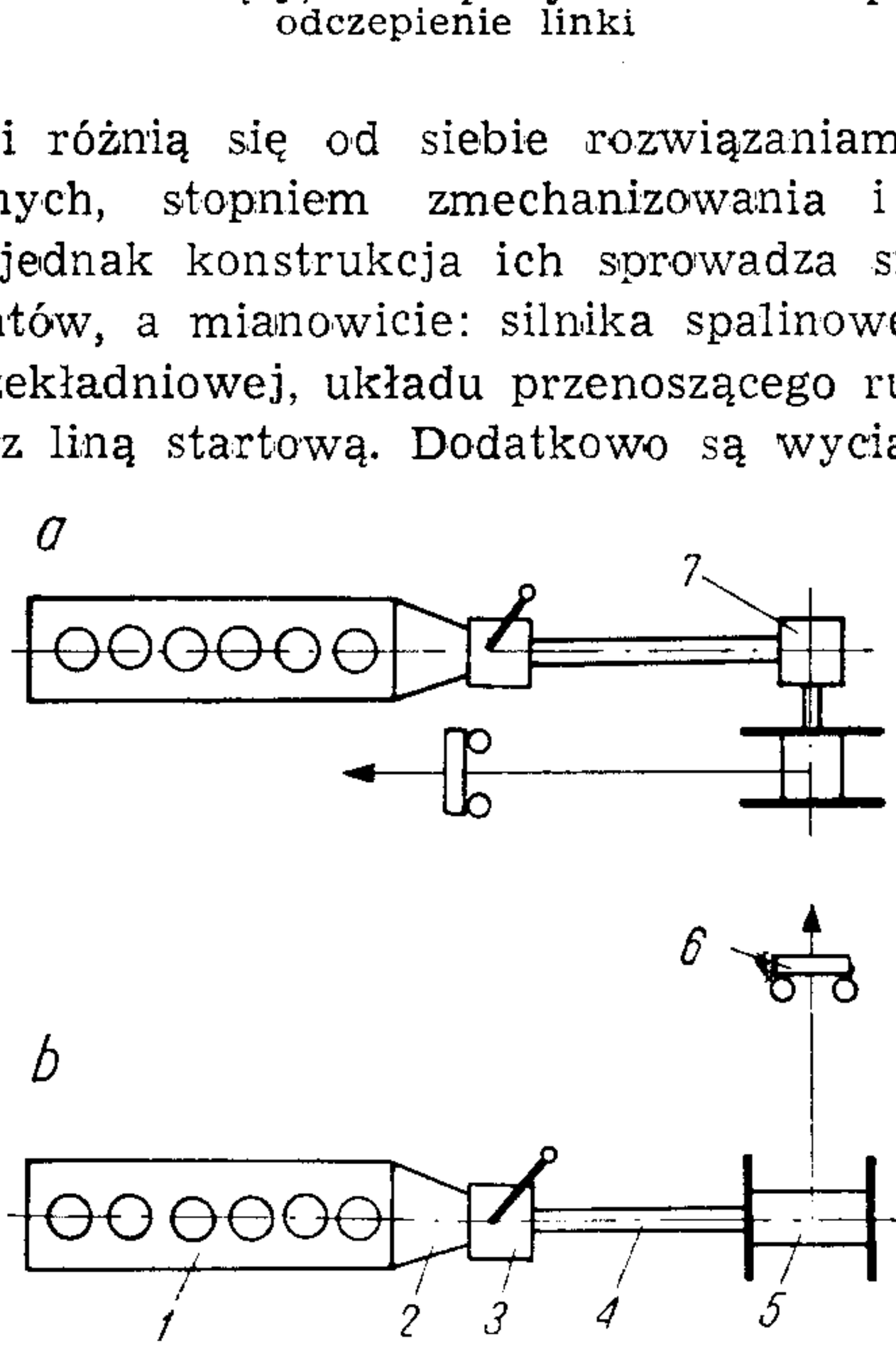
tujący szybowiec. Podczas startu wyciągarka stoi w miejscu, a odpowiednio długa lina, rozciągnięta wzdłuż lotniska, pozwala szybowcowi nie tylko na rozpoczęcie ruchu, ale i na nabranie znacznej wysokości (200÷400 m). Przebieg startu za wyciągarką obrazuje rysunek 1.



Rys. 1. Przebieg startu szybowca za wyciągarką

I — ruszanie i rozpędzanie szybowca, *II* — przejście na lekkie wznoszenie, *III* — lot wznoszący, *IV* — przejście do lotu poziomego, *V* — odczepienie linki

Wyciągarki różnią się od siebie rozwiązaniami szczegółów konstrukcyjnych, stopniem zmechanizowania i sprawności, w zasadzie jednak konstrukcja ich sprowadza się do wspólnych elementów, a mianowicie: silnika spalinowego, sprzęgła, skrzynki przekładniowej, układu przenoszącego ruch na bęben oraz bębna z liną startową. Dodatkowo są wyciągarki wypo-



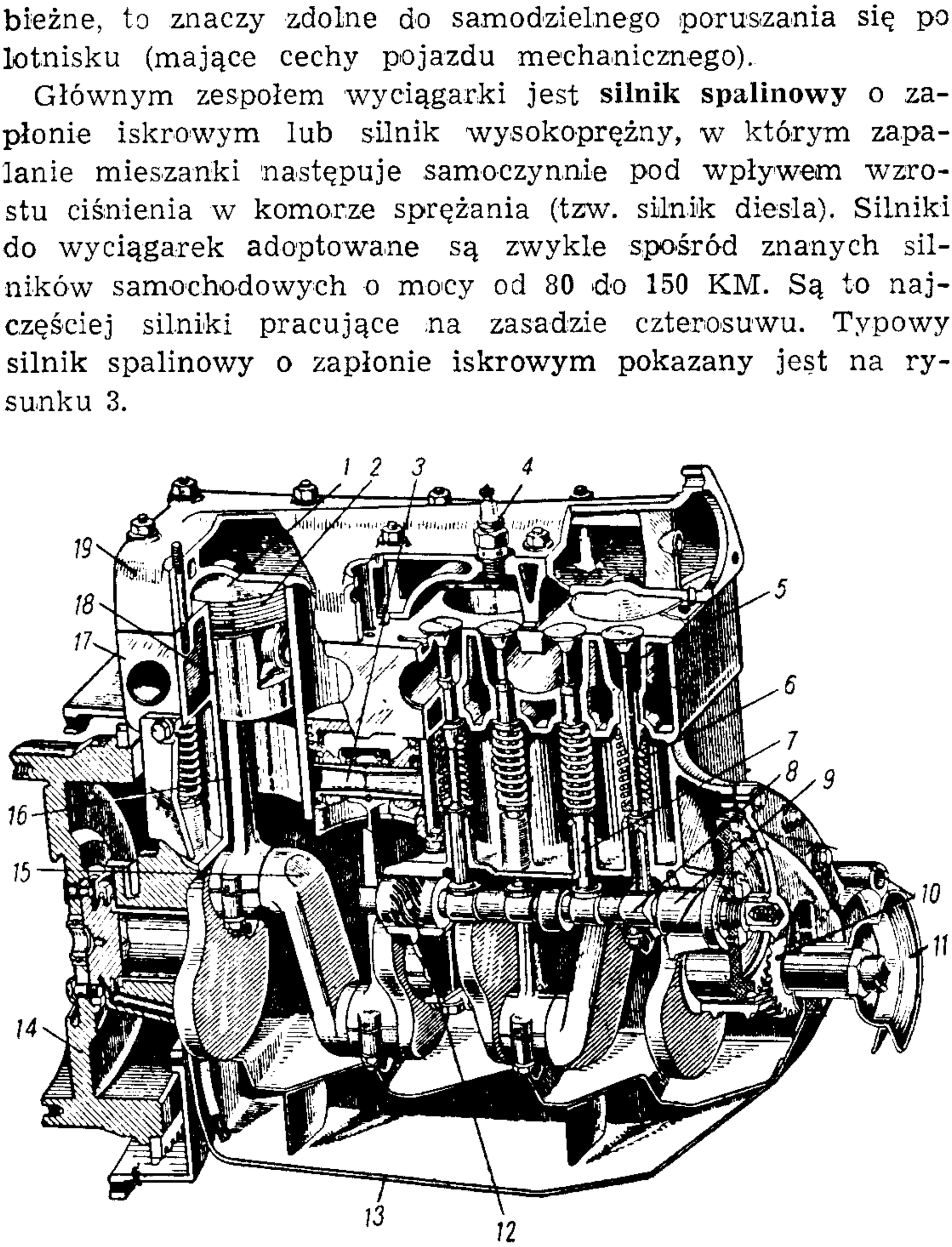
Rys. 2. Schematy typowych układów wyciągarek szybowcowych

a — układ podłużny, *b* — układ poprzeczny
1 — silnik wyciągarki, *2* — sprzęgło, *3* — skrzynka przekładniowa, *4* — wał pędny, *5* — bęben startowy, *6* — wałki prowadzące linę i nożyce bezpieczeństwa, *7* — dodatkowa skrzynka przekładniowa (przekładnia kątowa)

sażone w samoczynny hamulec bębna, układacz liny na bębnie oraz w nożyce bezpieczeństwa. Typowe schematy wyciągarek szybowcowych pokazano na rysunku 2.

Urządzenia wyciągarki zabudowane są na podwoziu dwu- lub czterokołowym. W pierwszym przypadku są to zwykle dwukołowe przyczepy zdolne do transportu za pojazdem mechanicznym, w drugim natomiast spotyka się układy samobieżne, to znaczy zdolne do samodzielnego poruszania się po lotnisku (mające cechy pojazdu mechanicznego).

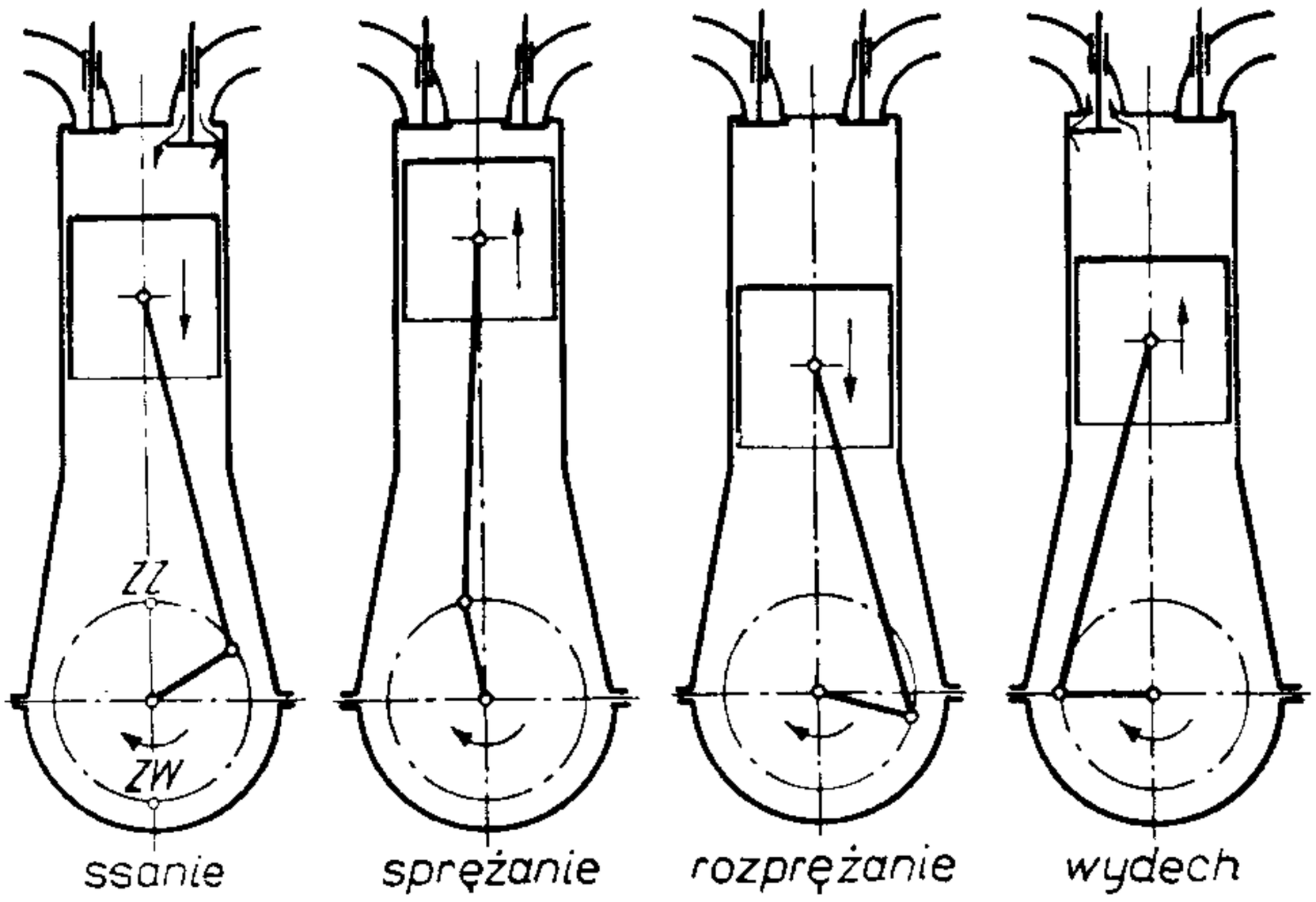
Głównym zespołem wyciągarki jest **silnik spalinowy** o zapłonie iskrowym lub silnik wysokoprężny, w którym zapalanie mieszanki następuje samoczynnie pod wpływem wzrostu ciśnienia w komorze sprężania (tzw. silnik diesla). Silniki do wyciągarek adoptowane są zwykle spośród znanych silników samochodowych o mocy od 80 do 150 KM. Są to najczęściej silniki pracujące na zasadzie czterosuwu. Typowy silnik spalinowy o zapłonie iskrowym pokazany jest na rysunku 3.



Rys. 3. Przekrój czterocylindrowego silnika o zapłonie iskrowym

1 — tłok, *2* — pierścienie uszczelniające tłoka, *3* — sworzeń tłoka, *4* — świeca zapłonowa, *5* — zawory cylindra, *6* — sprężyny zaworowe, *7* — popychacz, *8* — krzywka na wale rozrządu, *9* — wał rozrządu, *10* — koła zębate napędu wału rozrządu, *11* — koło napędowe wentylatora i pompy wody, *12* — koło zębate napędu pompy oleju, *13* — miska olejowa, *14* — koło zamachowe, *15* — wał korbowy, *16* — korbowód, *17* — kadłub silnika, *18* — cylinder, *19* — głowica silnika

Podstawowym elementem silnika spalinowego jest cylinder, w którym porusza się ruchem posuwisto-zwrotnym tłok. Tłok połączony jest za pomocą korbowodu z wałem korbowym silnika i w ten sposób posuwisto-zwrotny ruch tłoka w cylindrze zamieniony zostaje na ruch obrotowy wału korbowego. Tłok jest uszczelniony w tulei cylindra za pomocą kilku pierścieni, dzięki czemu przestrzeń nad tłokiem odizolowana jest od przestrzeni z drugiej strony tłoka. W ten sposób istnieje możliwość sprężania powietrza lub innych gazów w przestrzeni cylindra nad tłokiem, która nazywa się komorą sprężania. Schemat pracy silnika czterosuwowego przedstawiono na rysunku 4 wyjaśniającym pracę jednego cylindra.



Rys. 4. Schemat pracy silnika czterosuwowego o zapłonie iskrowym

Zasada pracy silnika czterosuwowego polega na tym, że na cztery suwy tłoka tylko jeden (trzeci suw) jest suwem roboczym. Stąd przy zastosowaniu czterosuwowego silnika jednocylindrowego wynikają pewne nierównomierności w pracy. Dlatego w praktyce stosuje się zwykle silniki o większej niż jeden liczbie cylindrów, w celu zapewnienia równomierności pracy i zwiększenia mocy silników.

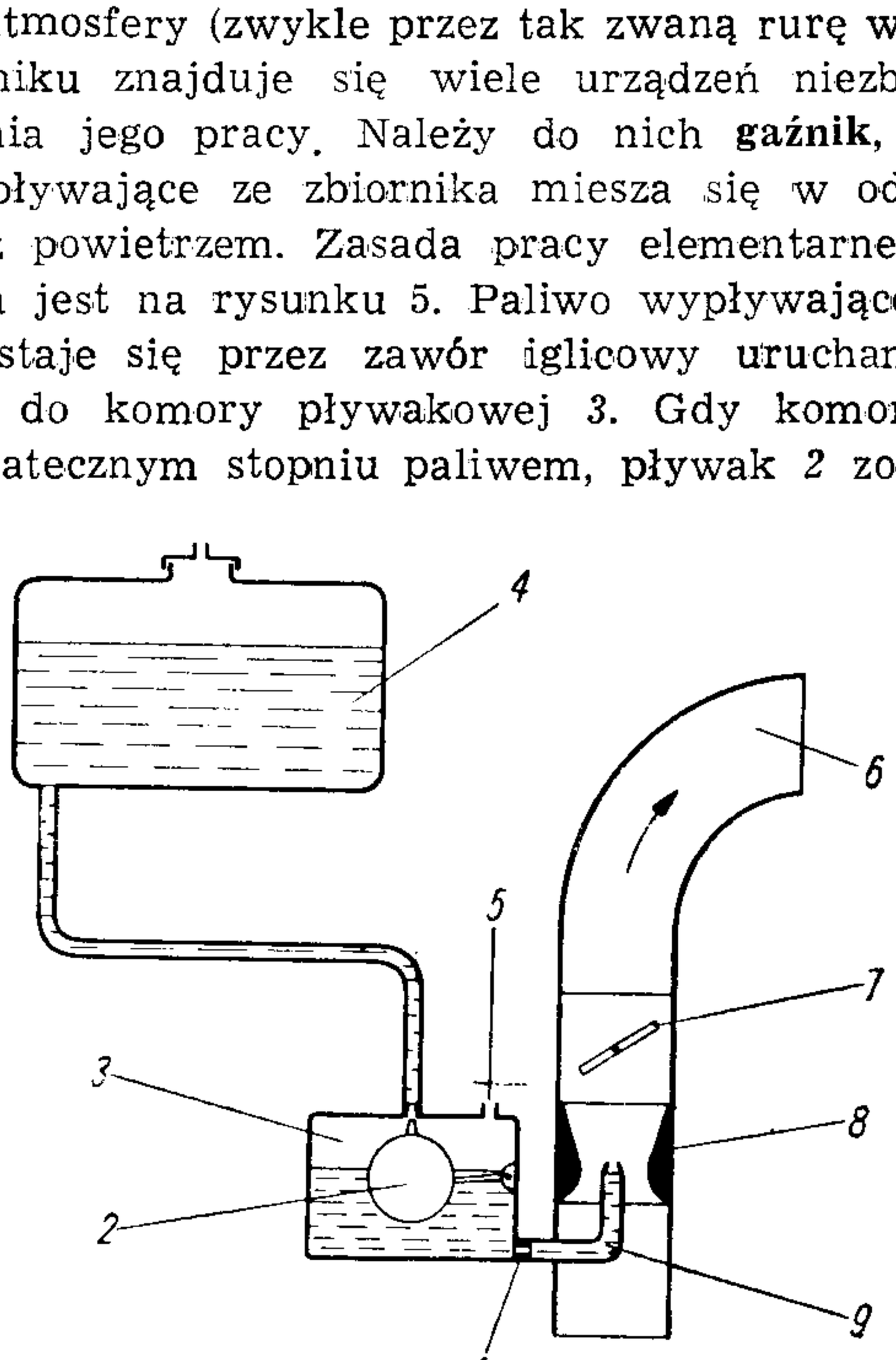
Pierwszy suw ma na celu zassanie mieszanki. Tłok, przesuwając się w kierunku wału korbowego wytwarza w komorze sprężania podciśnienie (zassanie). W tym czasie, za pomocą odpowiednio wyregulowanego rozrządu, otwarty zostaje w głowicy cylindra zawór ssący, przez który napływa zassana do cylindra mieszanka powietrza z paliwem (ciężarowo na 1 część paliwa przypada około 16 części powietrza). Skoro tłok rozpocznie ruch powrotny od wału korbowego do zwrotu zewnętrznego (ZZ) obydwa zawory są zamknięte, co powo-

duje sprężanie mieszanki w komorze sprężania. Ten suw zwany jest suwem sprężania (drugi suw).

Z chwilą gdy tłok znajdzie się w pobliżu zwrotu zewnętrznego, następuje zapłon mieszanki od iskry elektrycznej wytworzonej na elektrodach świecy zapłonowej wkręconej do głowicy cylindra. Gwałtowne spalanie się mieszanki wywołuje natychmiastowy wzrost ciśnienia i temperatury. Pod wpływem rosnącego szybko ciśnienia tłok zaczyna posuwać się w kierunku wału korbowego wykonując suw, zwany suwem roboczym. W tym suwie energia cieplna, wytworzona podczas spalania mieszanki paliwowej, zamienia się w energię mechaniczną — dzięki której wał korbowy obraca się, wykonując pracę użyteczną.

Czwarty suw, zwany suwem wydechu, rozpoczyna się z chwilą, gdy tłok mija zwrot wewnętrzny i ponownie wędruje ku głowicy cylindra. W tym czasie otwarty zostaje drugi zawór, zwany wydechowym, przez który spaliny wypychane są z cylindra do atmosfery (zwykle przez tak zwaną rurę wydechową).

Przy silniku znajduje się wiele urządzeń niezbędnych do umożliwienia jego pracy. Należy do nich **gaźnik**, w którym paliwo dopływające ze zbiornika miesza się w odpowiednim stosunku z powietrzem. Zasada pracy elementarnego gaźnika wyjaśniona jest na rysunku 5. Paliwo wypływające ze zbiornika *4* dostaje się przez zawór iglicowy uruchamiany pływakiem *2* do komory pływakowej *3*. Gdy komora wypełni się w dostatecznym stopniu paliwem, pływak *2* zostaje unie-



Rys. 5. Schemat elementarnego gaźnika

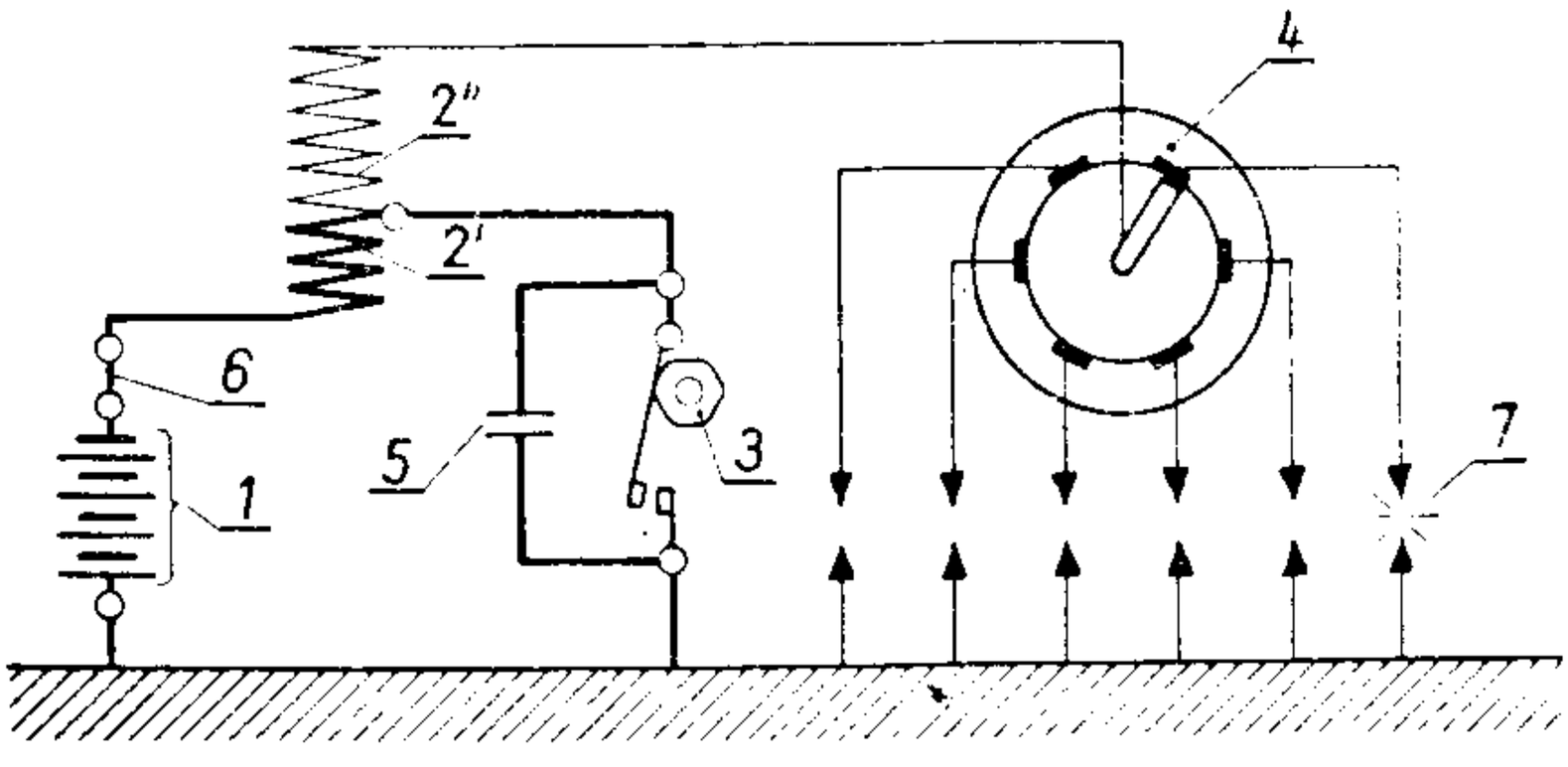
1 — dysza kalibrowana, *2* — pływak z iglicą, *3* — komora pływakowa gaźnika, *4* — zbiornik paliwa, *5* — odpowietrzanie komory pływakowej, *6* — rura ssąca, *7* — przepustnica, *8* — dyfuzor, *9* — rozpylacz

siony zamykając iglicą dopływ paliwa. To urządzenie działa samoczynnie i zapewnia utrzymanie stałego poziomu (i dopływu) paliwa w rozpylaczu *9*. Ponieważ przestrzeń dyfuzora *8* połączona jest kanałem z zaworami ssącymi cylindrów, panuje w niej podciśnienie wywołane ruchami tłoków. Przepływające powietrze wysysa z rozpylacza paliwo mieszając się z nim w drodze do cylindrów. Intensywność wypływu paliwa z rozpylacza zależy od średnicy dyszy kalibrowanej *1* i prędkości strumienia powietrza. Do regulowania prędkości strumienia powietrza służy tzw. przepustnica 7 wykonana w postaci klapki zasłaniającej lub odsłaniającej prześwit rury dyfuzora. Ta właśnie przepustnica poruszana jest przez mechanika obsługującego wyciągarkę wywołując wzrost lub spadek prędkości obrotowej, a z nią i mocy silnika. W wyniku dostarczania większej ilości mieszanki, czyli otwarcia przepustnicy, wzrasta energia wybuchów, a tym samym szybkość ruchu tłoka i wału.

Paliwo dopływa do gaźnika opadowo, gdy zbiornik umieszczony jest wyżej niż gaźnik, lub pod ciśnieniem wytwarzanym przez specjalną pompę paliwową poruszaną przez pracujący silnik.

Dalszym niezbędnym urządzeniem jest **układ zapłonowy** silnika. Zależnie od rodzaju źródła energii elektrycznej, wytwarzającej wysokie napięcie niezbędne do wywołania wyładowania iskrowego między elektrodami świecy zapłonowej, rozróżnia się dwie odmiany zapłonu — akumulatorowy i iskrownikowy.

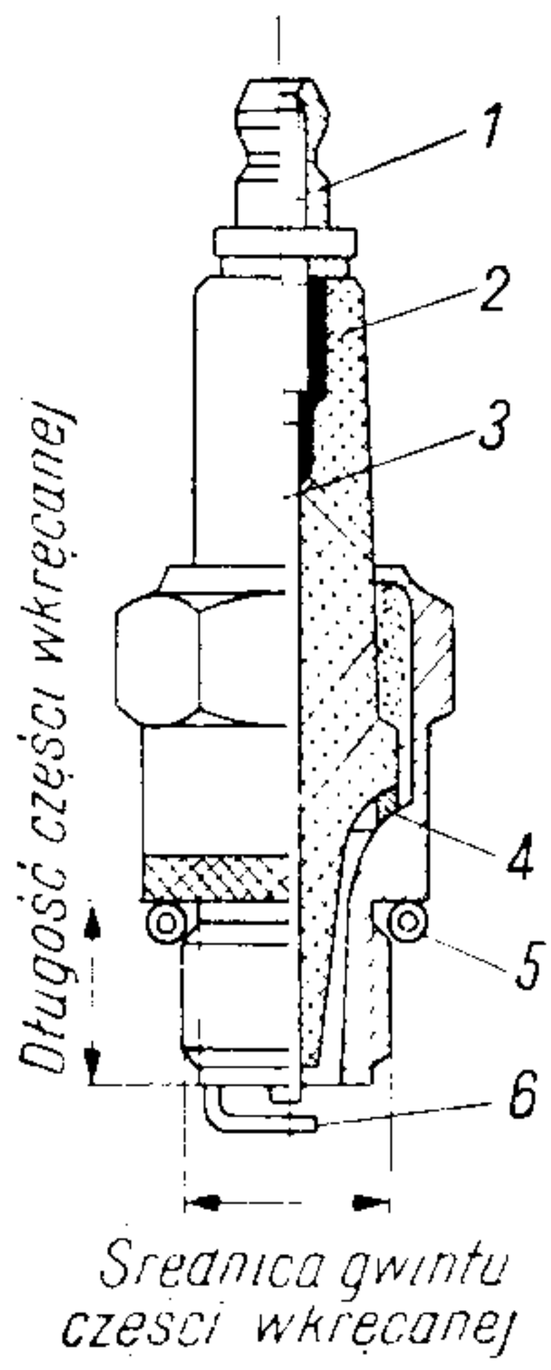
Schemat działania zapłonu akumulatorowego pokazany jest na rysunku 6. Zapłon ten, zasilany prądem dostarczanym przez akumulator typu samochodowego, wytwarza prąd wysokiego napięcia i w odpowiednich momentach skierowuje go do poszczególnych świec znajdujących się w głowicach



Rys. 6. Schemat urządzenia zapłonowego silnika spalinowego
1 — akumulator, *2'* — uzwojenie wtórne, *2''* — uzwojenie pierwotne, *3* — przerywacz prądu niskiego napięcia, *4* — rozdzielacz, *5* — kondensator, *6* — wyłącznik zapłonu, *7* — świece zapłonowe

cylindrów silnika. Prąd niskiego napięcia (12 lub 24 V) przepływa przez uzwojenie pierwotne (grube) cewki indukcyjnej i przerywacz, którego krzywka obracana jest przez silnik. Prąd jest przerywany w przerywaczu okresowo, tzn. w chwili gdy ma nastąpić zapłon w którymś z cylindrów. W chwili przerywania prądu niskiego napięcia, w uzwojeniu tzw. wtórnym (cienkim) indukowany jest prąd wysokiego napięcia, który doprowadzony jest do rozdzielacza zapłonu. Rozdzielacz, podobnie jak przerywacz, obraca się przekazując prąd wysokiego napięcia na poszczególne świece.

Budowa świecy zapłonowej przedstawiona jest na rysunku 7. W stalowym korpusie świecy prowadzona jest w izolatorze ceramicznym elektroda główna zakończona od góry uchwytem do zaczepu przewodu wysokiego napięcia. Na dolnej części korpusu świecy umieszczonych jest zwykle kilka elektrod bocznych mających poprzez korpus połączenie z masą silnika. Korpus ma kształt sześciokąta, co pozwala na wkręcanie świecy kluczem do gwintowanego gniazda umieszczonego w ściance głowicy cylindra. Elektrody boczne są tak ustawione, że pomiędzy nimi a elektrodą główną (inaczej środkową, na rys. 7 — 3) jest odstęp o wielkości 0,5÷0,7 mm. Z chwilą przekazania prądu wysokiego napięcia na świece powstaje na elektrodach świecy iskra dając początek zapłanowi mieszanki.



Rys. 7. Budowa świecy zapłonowej

1 — końcówka, *2* — izolator, *3* — elektroda główna, *4* i *5* — uszczelki, *6* — elektroda boczna

Nieco odmiennie przedstawia się budowa iskrownikowego układu zapłonowego. Różnica polega na tym, że iskrownik sam wytwarza energię elektryczną. W tym celu iskrownik wyposażony jest w silne magnesy stałe, zapewniające utrzymywanie się stałego pola magnetycznego. W tym polu magnetycznym iskrownika porusza się uzwojenie pierwotne (grube) przez co, na zasadzie indukcji magnetycznej, powstaje w nim prąd elektryczny.

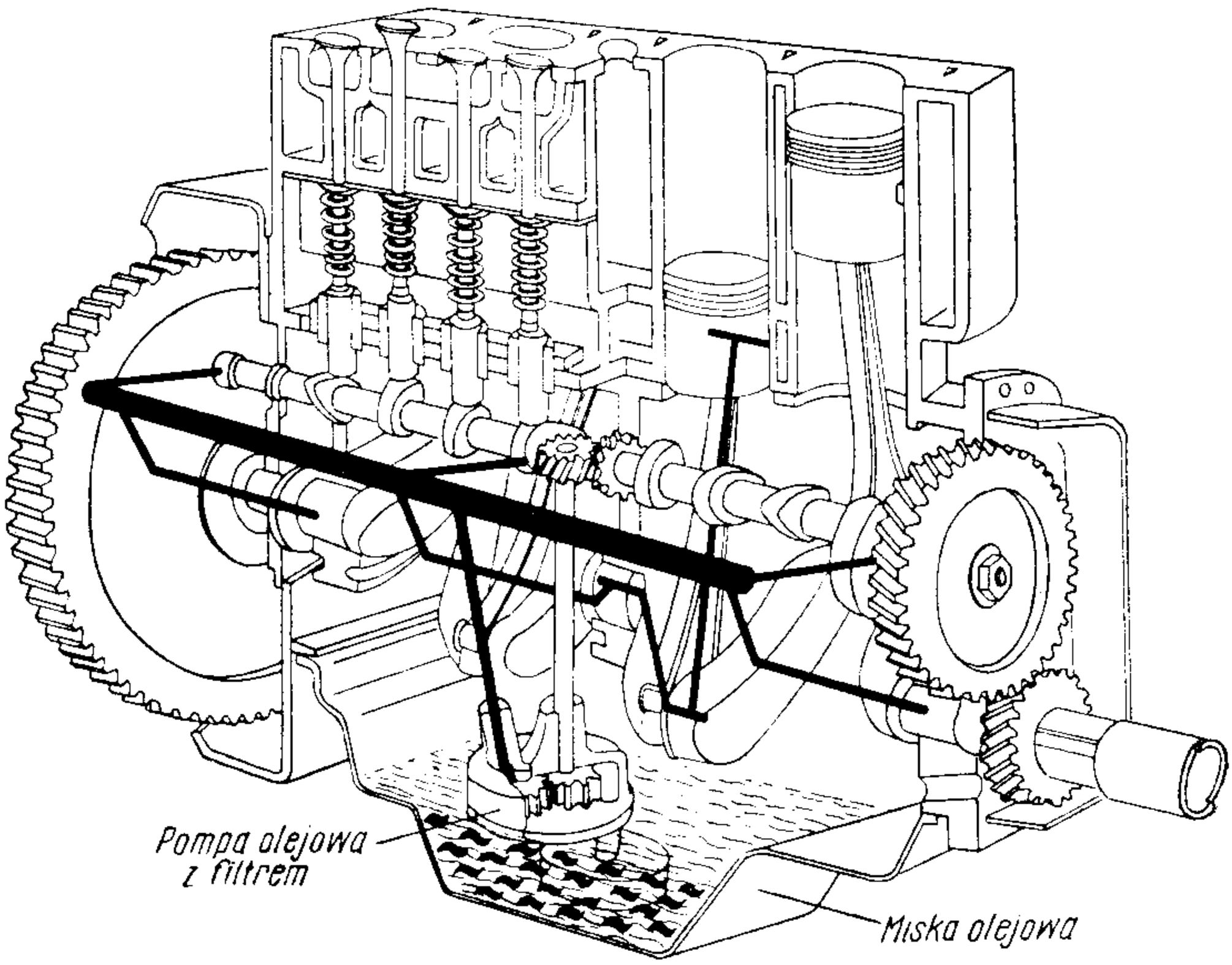
Z tą chwilą przerywacz przerywa obwód pierwotny, co powoduje, że w uzwojeniu wtórnym indukuje się prąd wysokiego napięcia. Prąd ten, tak samo jak w zapłonie akumulatorowym,

prowadzony jest przewodem do rozdzielacza, a z niego przewodami do poszczególnych świec.

Do sterowania zaworami silnika regulującymi dopływ mieszanki (zawory ssące) i odprowadzenia spalin (zawory wydechowe) służy wał rozrządu napędzany przez układ kół zębatych od wału głównego. Wał rozrządu wyposażony jest w odpowiednio ustawione krzywki, które obracając się naciskają na trzonki zaworów powodując ich otwieranie się i zamykanie.

Dalszym niezbędnym urządzeniem silnika jest **układ smarowania**. Do smarowania silników stosowane są oleje silnikowe, zwykle pochodzenia mineralnego. Przeznaczeniem oleju jest zmniejszenie tarcia, jakie występuje wszędzie tam, gdzie się wzajemnie przesuwają lub obracają części metalowe. Do ubocznych, tym niemniej ważnych zadań oleju, zalicza się chłodzenie silnika, uszczelnianie komory spalania w cylindrze oraz oczyszczanie wnętrza silnika z zanieczyszczeń.

Typowy układ smarowania silnika czterosuwowego przedstawia rysunek 8. Jest to smarowanie tzw. mieszane, naj-

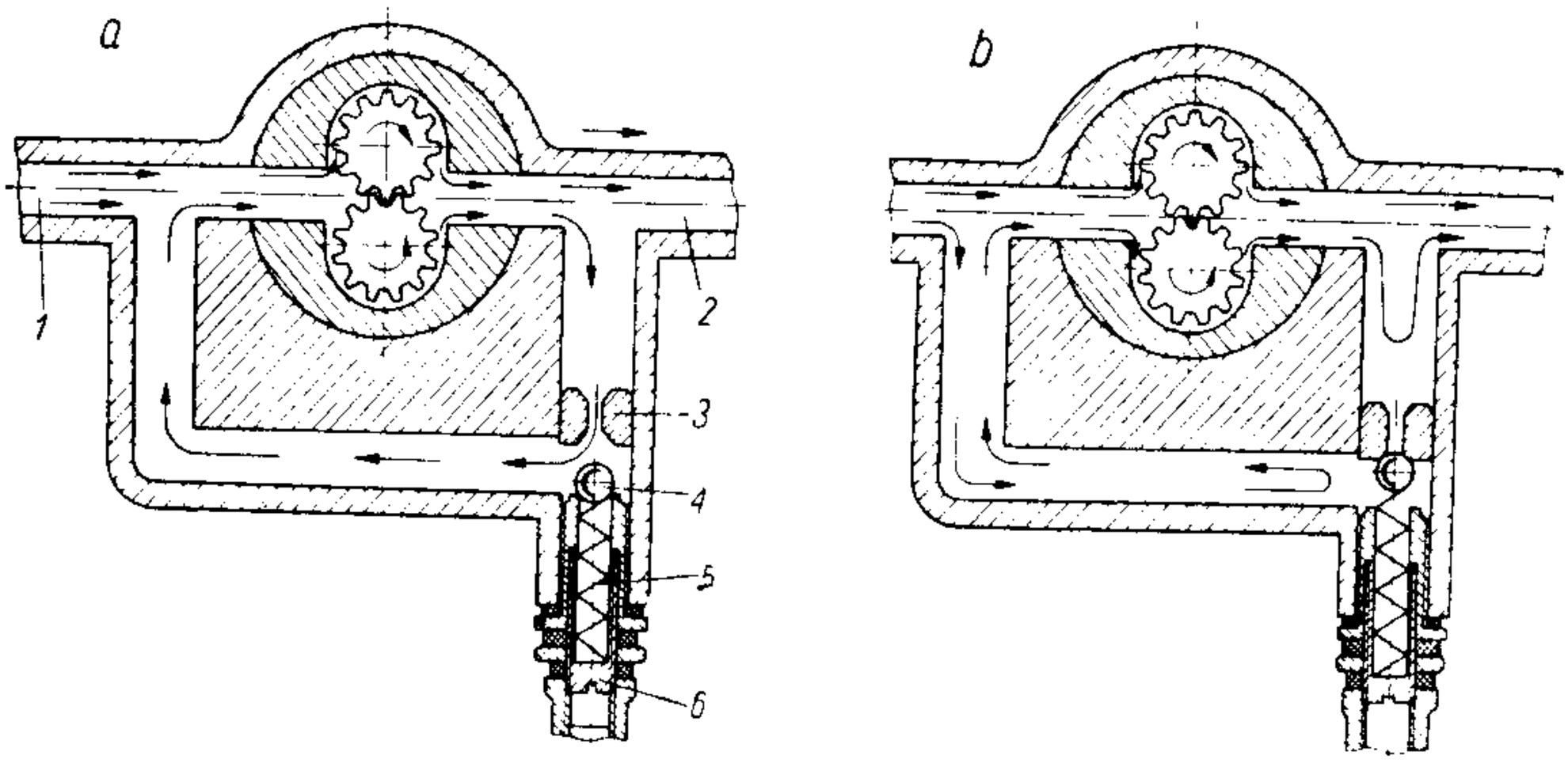


Rys. 8. Typowy układ smarowania silnika

częściej stosowane, a polegające na tym, że część elementów smarowana jest pod ciśnieniem, część natomiast rozbryzgiem. Znajdujący się w dolnej części kadłuba silnika olej zasysany jest przez filtr do pompy oleju, a z niej tłoczony

do kanałów drążonych w wale korbowym, skąd dostaje się do łożysk wału korbowego lub do łożysk wału rozrządu. Olej wyciekający z łożysk, odrzucany jest przez wirujące części na ścianki cylindrów, gdzie smaruje powierzchnie trące, a następnie spływa do dolnej części kadłuba zwanej miską olejową. Ponieważ olej ulega podczas pracy pewnym zmianom chemicznym i zanieczyszczeniom, które pogarszają jego własności smarne, poddawany jest ciągłemu dokładnemu filtrowaniu (filtr przed pompą), a po pewnej określonej liczbie godzin pracy ulega wymianie na świeży.

Pompy oleju, najczęściej zębate, mają wbudowany zawór redukcyjny, który utrzymuje odpowiednie ciśnienie oleju. Zasada pracy takiej pompy wyjaśniona jest na rysunku 9.



Rys. 9. Zasada działania zębatej pompy oleju

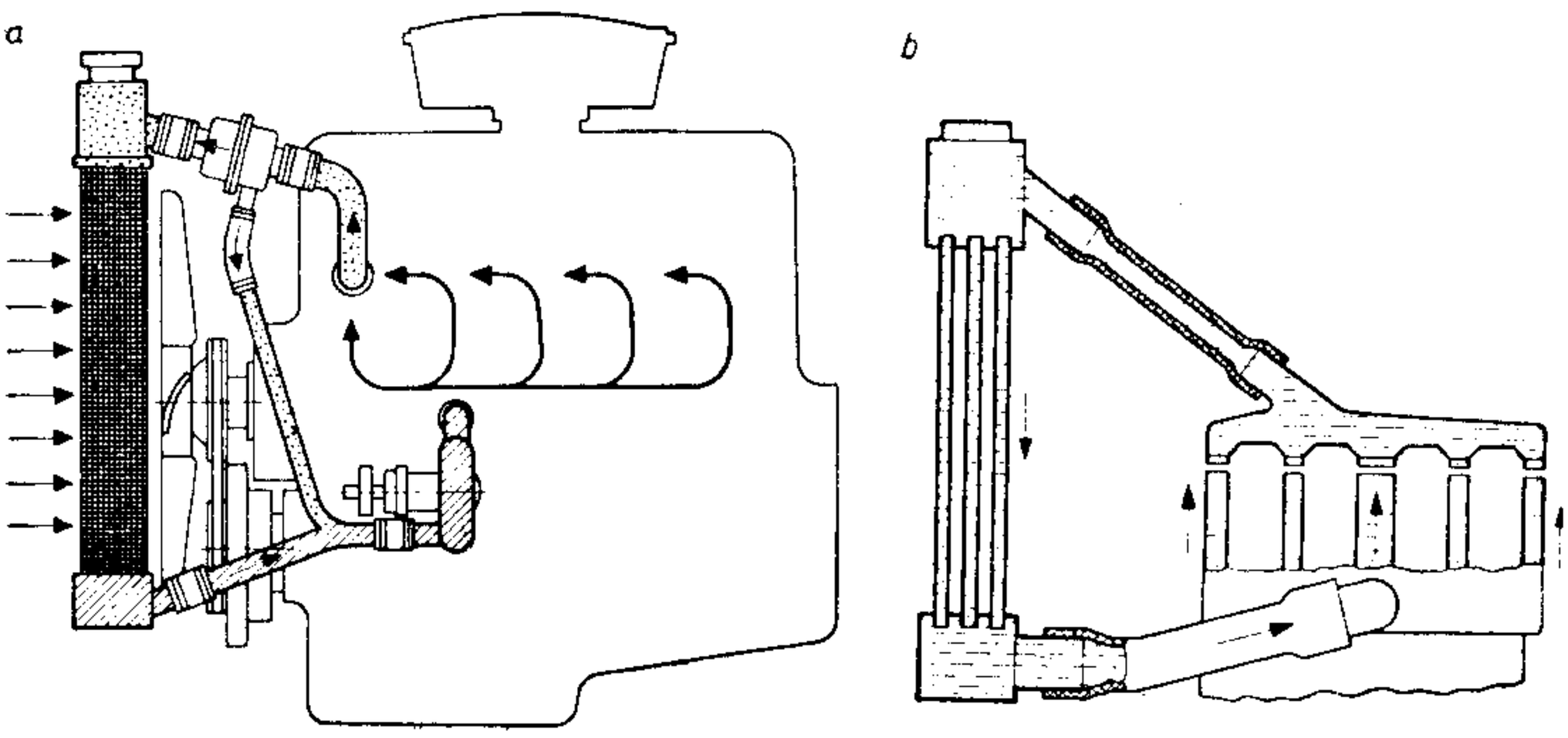
a — zawór redukcyjny otwarty, *b* — zawór redukcyjny zamknięty *1* — doprowadzenie oleju do pompy, *2* — wyjście oleju pod ciśnieniem, *3* — gniazdo zaworu redukcyjnego, *4* — kulka zaworu redukcyjnego, *5* — sprężyna zaworu redukcyjnego, *6* — śruba regulacyjna nacisku sprężyny

Jedno z dwóch kół zębatych napędzane jest od wału rozrządu silnika, tak że obydwa koła obracają się w kierunku pokazanym strzałkami. Dzięki temu w przestrzenie pomiędzy zębami kół dostaje się olej i zostaje przetłoczony na drugą stronę pompy, a z niej do przewodów. Przedstawiony na rysunku zawór redukcyjny jest zaworem kulkowym. Dociskana sprężyną kulka zamyka przepływ tak długo, dopóki ciśnienie oleju nie przekroczy ustalonej wartości. Gdy ciśnienie oleju wzrośnie nadmiernie, kulka pokonuje opór sprężyny i usuwa się otwierając przepływ nadmiaru oleju do miski olejowej silnika.

Spalaniu się mieszanki w cylindrach towarzyszy wydzielanie się dużych ilości ciepła, co powoduje intensywne rozgrzewanie się silnika. W celu utrzymania w silnikach odpo-

wiedniej temperatury, większość wyciągarkowych silników spalinowych chłodzona jest cieczą. Pozostałe silniki chłodzone są powietrzem.

Ciecz chłodząca, czyli woda — ewentualnie z domieszką płynu zapobiegającego zamarzaniu wody — stanowi obieg zamknięty, tzn. zmuszona jest do ciągłego krążenia. Ochłodzona ciecz opływa tuleje cylindrów i głowice, a następnie po nagrzaniu się skierowywana jest do chłodnicy, gdzie ponownie chłodzi się i wraca do silnika. Stosowane są układy chłodzące o obiegu samoczynnym i przymusowym. Zasadę ich pracy wyjaśnia rysunek 10. Na rysunku 10*b* pokazany



Rys. 10. Układy chłodzenia silników
a — o obiegu przymusowym, *b* — o obiegu samoczynnym

jest układ z obiegiem samoczynnym, w którym wykorzystane zostało zjawisko zmiany ciężaru właściwego cieczy pod wpływem zmiany temperatury. Gorąca woda, jako lżejsza unosi się do góry i w ten sposób odpływa w kierunku górnego zbiorniczka chłodnicy. Stopniowo stygnąca ciecz opada na dół. Ciecz odpływająca z dolnej części chłodnicy do silnika jest już ochłodzona. Rysunek 10*a* przedstawia układ z obiegiem przymusowym, w którym zastosowana została specjalna pompa, wywołująca przymusowe przyspieszone krążenie cieczy.

Niezbędnym wyposażeniem nowoczesnej wyciągarki jest też **wyposażenie elektryczne.** Składają się na nie prądnica wytwarzająca prąd elektryczny, akumulator stanowiący źródło energii do rozruchu silnika i rozrusznik elektryczny. Ponadto prądem elektrycznym zasilane są lampy sygnalizacyjne, a niekiedy i przyrządy kontrolne silnika.

Prądnica napędzana jest przez pasek klinowy, który uruchamia też wentylator chłodnicy. Wytwarza ona prąd stały zwykle o napięciu 12 V i ma moc około 160÷220 W. Głównym zadaniem prądnicy jest doładowywanie akumulatora,

miarą zaś stopnia naładowania jest napięcie prądu w akumulatorze. Ponieważ napięcie prądnicy zależy od jej prędkości obrotowej i maleje razem z nią, przy małych prędkościach obrotowych silnika (i prądnicy) napięcie akumulatora może okazać się większe od napięcia prądnicy. W takiej sytuacji następuje przepływ prądu z akumulatora do prądnicy. Aby temu zapobiec, pomiędzy prądnicą a akumulatorem wstawiona jest specjalna skrzynka regulacyjna, która w takiej sytuacji przerywa połączenie pomiędzy akumulatorem a prądnicą. Odwrotnie, gdy prędkości obrotowe wału korbowego, a więc i prądnicy, zaczną wzrastać i napięcie prądnicy przewyższy napięcie akumulatora, skrzynka włącza automatycznie dopływ prądu i akumulator jest doładowywany.

Akumulator jest zasobnikiem energii elektrycznej, którego działanie polega na przemianach energii chemicznej na elektryczną. Przemiany te zachodzą we wnętrzu akumulatora pod wpływem prądu przepływającego przez znajdujący się w akumulatorze elektrolit (kwas siarkowy o odpowiednim stężeniu). Podczas procesu ładowania energia elektryczna zostaje zamieniona na energię chemiczną, a podczas pobierania prądu, czyli rozładowywania, odwrotnie — energia chemiczna zamienia się na elektryczną. Najbardziej rozpowszechnione są tzw. akumulatory ołowiowe, we wnętrzu których umieszczone są ogniwa składające się z płyt wykonanych ze związków ołowiu z siarką.

W celu uruchomienia silnika konieczne jest wprawienie jego wału korbowego w ruch obrotowy przy jednoczesnym zapewnieniu dopływu mieszanki i działania zapłonu. Zrealizować można to np. ręcznie za pomocą korby przykładanej do uchwytu na końcu wału silnika, lecz jest to czynność wymagająca wysiłku, zwłaszcza w przypadku silnika o dużej mocy. Obecnie z reguły stosuje się do uruchomienia silników rozruszniki elektryczne zasilane energią elektryczną z akumulatora. Są to silniki elektryczne prądu stałego wyposażone w samoczynne sprzęgło, które łączy je na czas rozruchu z uzębionym kołem zamachowym silnika (porównaj rys. 3). Podczas rozruchu silnik rozrusznika pobiera z akumulatora dużą ilość prądu, co przy licznych startach prowadzi do stopniowego rozładowywania akumulatora, pomimo doładowywania go przez prądnicę. Dlatego akumulator wyciągarki wymaga okresowego doładowywania w warsztacie.

Do nadzorowania prawidłowości pracy silnika służy w wyciągarce termometr cieczy chłodzącej, manometr wskazujący ciśnienie oleju, amperomierz-woltomierz lub lampa kontrolna prądnicy. Ponadto wyciągarka wyposażona jest w obrotomierz i paliwomierz.

Termometr cieczy umieszczony jest zwykle w górnej części instalacji chłodzącej. Temperatura cieczy powinna się zawierać w granicach 60÷95°C. **Manometr oleju** wskazuje ciśnienie wytwarzane przez pompę oleju, regulowane fabrycznie przez odpowiednie napięcie sprężyny dociskającej kulkę zaworu redukcyjnego (patrz rysunek 9*b*). Z chwilą stwierdzenia spadku ciśnienia poniżej dopuszczalnego, silnik należy oddać do przeglądu, w związku z czym konieczne jest przerwanie lotów. Ciśnienie oleju zależy także od temperatury silnika oraz gatunku oleju. Wraz ze wzrostem temperatury olej staje się rzadszy, a jego własności smarne maleją.

Za pomocą **amperomierza** lub lampki kontrolnej można obserwować pracę prądnicy i skrzynki regulacyjnej. Z chwilą włączenia prądnicy do sieci lampka kontrolna gaśnie. Świecenie lampki sygnalizuje, że prądnica nie ładuje akumulatora.

Za pomocą **woltomierza** (stanowi zwykle wspólny przyrząd z amperomierzem) można sprawdzić stan naładowania akumulatora.

Obrotomierz wskazuje zwykle prędkość obrotową bębna, a więc działa tylko podczas startu szybowca lub ściągania liny, gdy obraca się bęben startowy. Przyrząd ten ułatwia wykonywanie ciągów, zwłaszcza gdy obsługujący nie dysponuje dużym doświadczeniem.

Paliwomierz umożliwia kontrolowanie przebiegu zużycia paliwa, co jest tu szczególnie ważne ze względu na bezpieczeństwo startującego szybowca. Wyczerpanie się zapasu paliwa podczas startu może spowodować poważny wypadek szybowca.

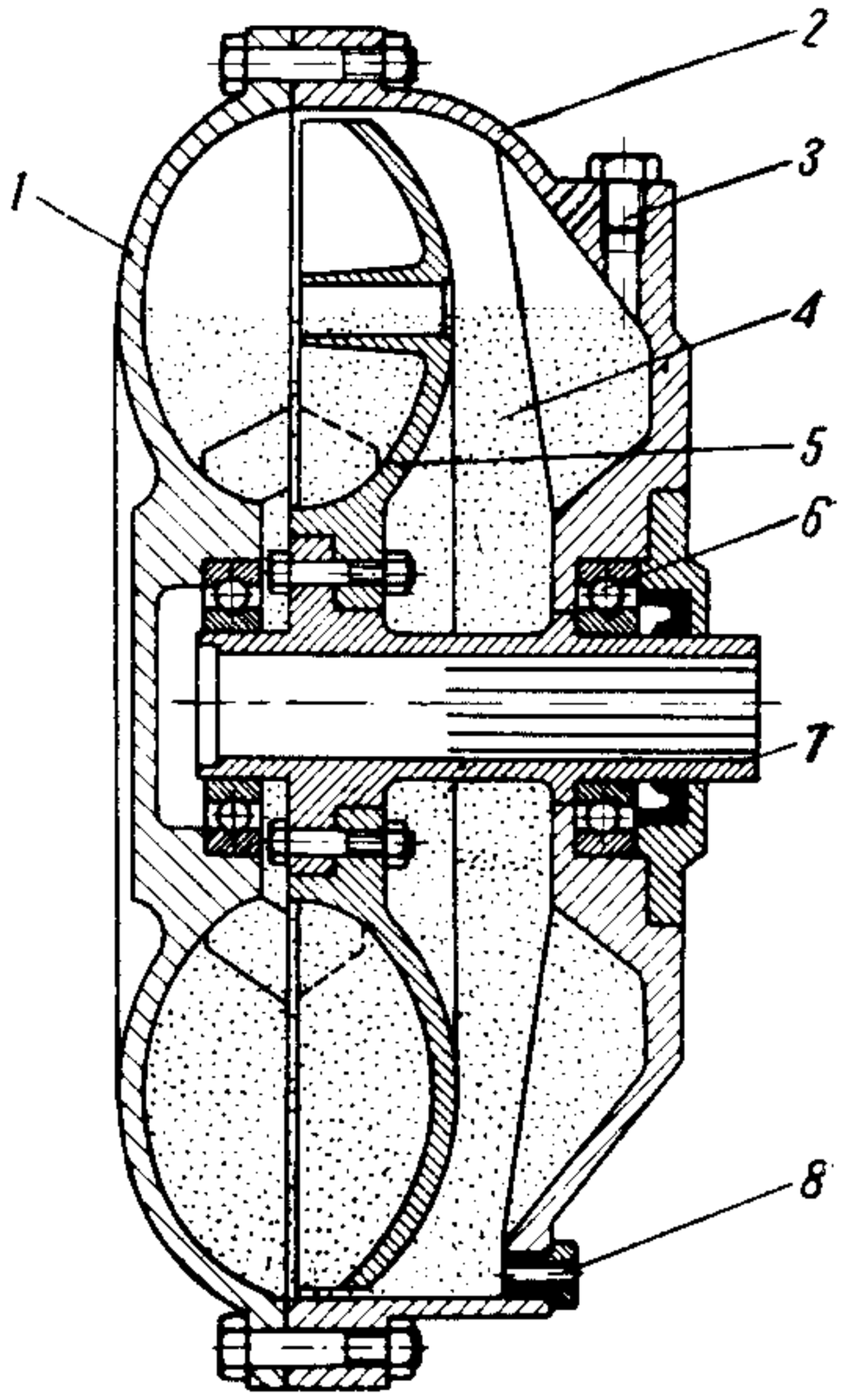
Ruch obrotowy wału korbowego silnika przenoszony jest na bęben wyciągarki za pośrednictwem **sprzęgła** i skrzynki przekładniowej. Podobnie jak silniki, tak i sprzęgła stosowane w wyciągarkach, są bardzo często urządzeniami typu samochodowego, a niejednokrotnie są one dostarczane w komplecie z silnikiem. Wśród różnych typów sprzęgieł najczęściej spotyka się sprzęgła cierne i hydrokinetyczne.

Przykład budowy najmniej skomplikowanego jednotarczowego sprzęgła suchego przedstawiony jest na rysunku 11. W sprzęgle tym do przeniesienia ruchu obrotowego z silnika na bęben liny wykorzystane są opory tarcia pomiędzy obracającą się z wałem silnika tarczą napędzającą a przejmującą ruch obrotowy tarczą napędzaną. W celu zwiększenia tarcia tarcza sprzęgła wyłożona jest specjalnymi okładzinami ciernymi.

Tarcza napędzająca i napędzana dociskane są do siebie przez zespół silnych sprężyn, a rozłączanie połączenia, czyli

tzw. wysprzęglanie polega na uruchomieniu specjalnej dźwigni (ręką lub jak w samochodzie — nogą). W celu zapewnienia płynnego zesprzęglenia konieczne jest umiejętne płynne odpuszczanie dźwigni sprzęgła, co wymaga od obsługującego pewnego doświadczenia.

Do typowych usterek sprzęgieł zaliczane jest zjawisko poślizgu oraz szarpanie. Pierwsze może być wywołane zużyciem okładzin ciernych, zaoliwieniem ich powierzchni lub spadkiem napięcia sprężyn, drugie natomiast ma zazwyczaj swe źródło w nieodpowiedniej regulacji sprężyn lub niezupełnym wysprzęglaniu.



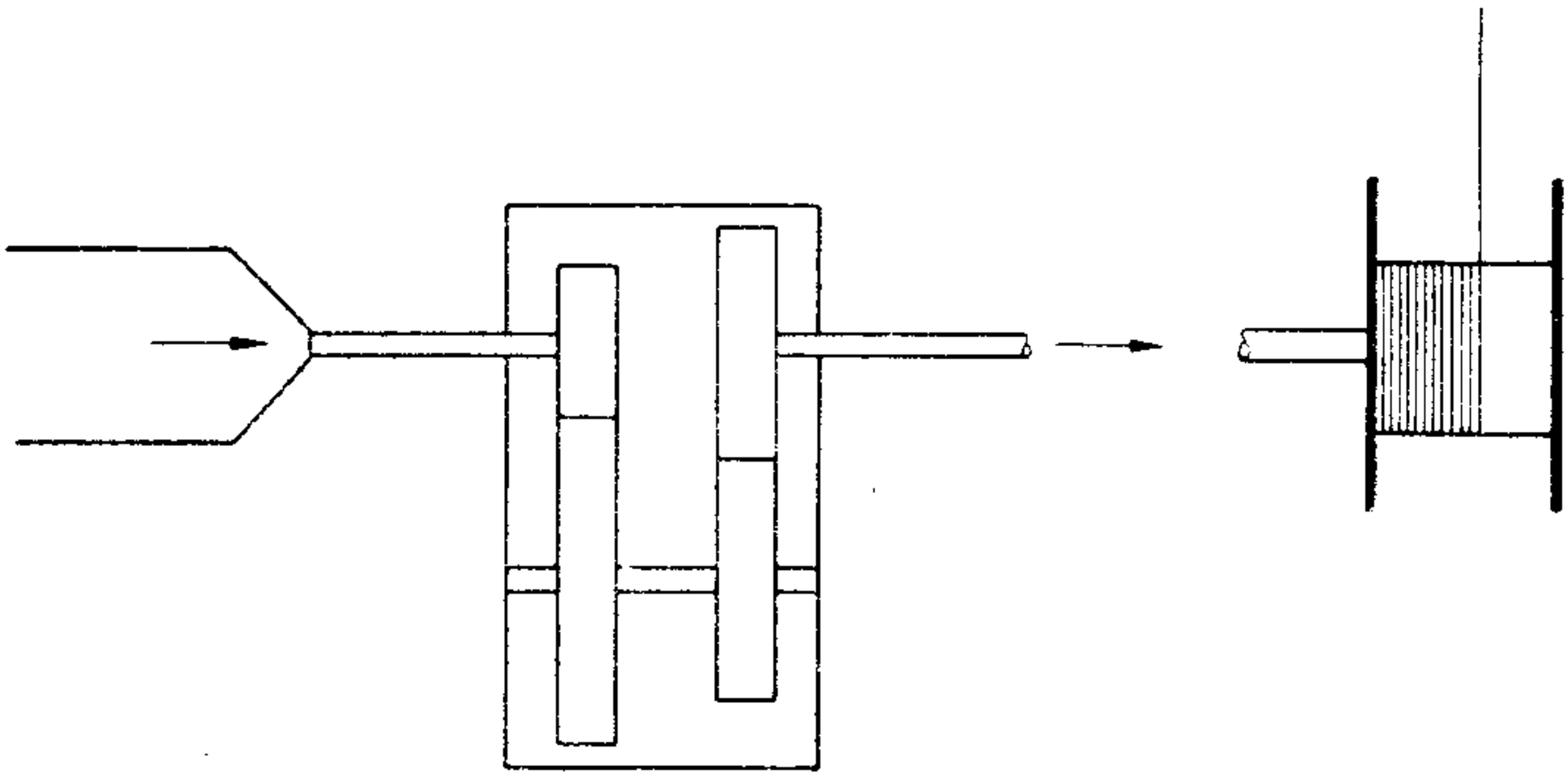
Rys. 11. Schemat sprzęgła hydrokinetycznego

1 — wirnik napędzający, *2* — szczelna obudowa sprzęgła, *3* — otwór wlewowy oleju, *4* — olej, *5* — twornik napędzany, *6* — łożysko toczne wału, *7* — wał, *8* — bezpiecznik topikowy

Sprzęgła hydrokinetyczne znalazły zastosowanie w kilku nowoczesnych typach wyciągarek (np. HERKULES II). W urządzeniach tych zasprzęglanie odbywa się samoczynnie pod wpływem wzrostu prędkości obrotowej silnika, co znacznie upraszcza obsługę wyciągarki. Sprzęgło hydrokinetyczne składa się z dwóch wirników, z których jeden (napędzający) połączony jest z wałem silnika, drugi natomiast (napędzany) umieszczony jest na początku wału przenoszącego napęd na bęben startowy. Obydwa wirniki umieszczone są współosiowo bardzo blisko siebie w szczelnej obudowie wypełnionej odpowiednim gatunkiem oleju. Z chwilą uruchomienia silnika, gdy obroty jego są nieznaczne, obraca się tylko jeden wirnik od strony wału silnika. Ustawione promieniowo w wirniku łopatki wprawiają w ruch olej wypełniający obudowę. Gdy prędkość obrotowa wału korbowego odpowiednio wzrośnie, energia znajdującego się w ruchu oleju zwiększy się i olej ten, uderzając w łopatki drugiego wirnika, stopniowo wprawi go w ruch obrotowy. Urządzenie to, w porównaniu do innych rodzajów sprzęgieł, wykazuje wiele zalet, jak np. płynność zasprzęglania, odporność na mechaniczne zużycie i mniej skomplikowana obsługa, wymaga jednak przestrzegania zarówno gatunku, jak i ilości oleju.

Moc silnika spalinowego wzrasta ze wzrostem prędkości obrotowej wału korbowego, w związku z czym do ruszenia z miejsca i wystartowania szybowca konieczne jest dość znaczne zwiększanie prędkości obrotowej silnika. Temu dużemu zapotrzebowaniu na moc silnika odpowiada w momencie rozpoczęcia startu mała prędkość postępowa szybowca (a więc i liny na bębnie), w związku z czym konieczne okazało się zastosowanie odpowiednio dobranej skrzynki przekładniowej, redukującej obroty bębna w stosunku do obrotów wału korbowego silnika. **Skrzynki przekładniowe** wyciągarek dobierane są spośród znajdujących się na rynku skrzynek samochodowych bądź też konstruowane specjalnie. Ponieważ cały start szybowca odbywa się przy stałym przełożeniu (tzn. na jednym biegu), skrzynki takie dysponują zwykle jednym lub dwoma przełożeniami, które można dobierać zależnie od ciężaru szybowca, prędkości wiatru itp.

Najbardziej prosty układ redukującej skrzynki przekładniowej przedstawiony jest schematycznie na rysunku 12. Składa się on z dwóch kół zębatych, z których mniejsze obraca się z wałem silnika, większe natomiast, kręcąc się z odpowiednio mniejszą prędkością, obraca wał bębna startowego.



Rys. 12. Schemat redukcyjnej skrzynki przekładniowej

Obok skrzynek przekładniowych typu podstawowego spotyka się w niektórych wyciągarkach, a zwłaszcza przy układzie podłużnym (rys. 2*a*) dodatkowe skrzynki przekładniowe zmieniające o 90° kierunek przenoszenia ruchu obrotowego. W skrzynkach tych znajdują się zwykle dwa koła prostopadłe o ukośnym zazębieniu.

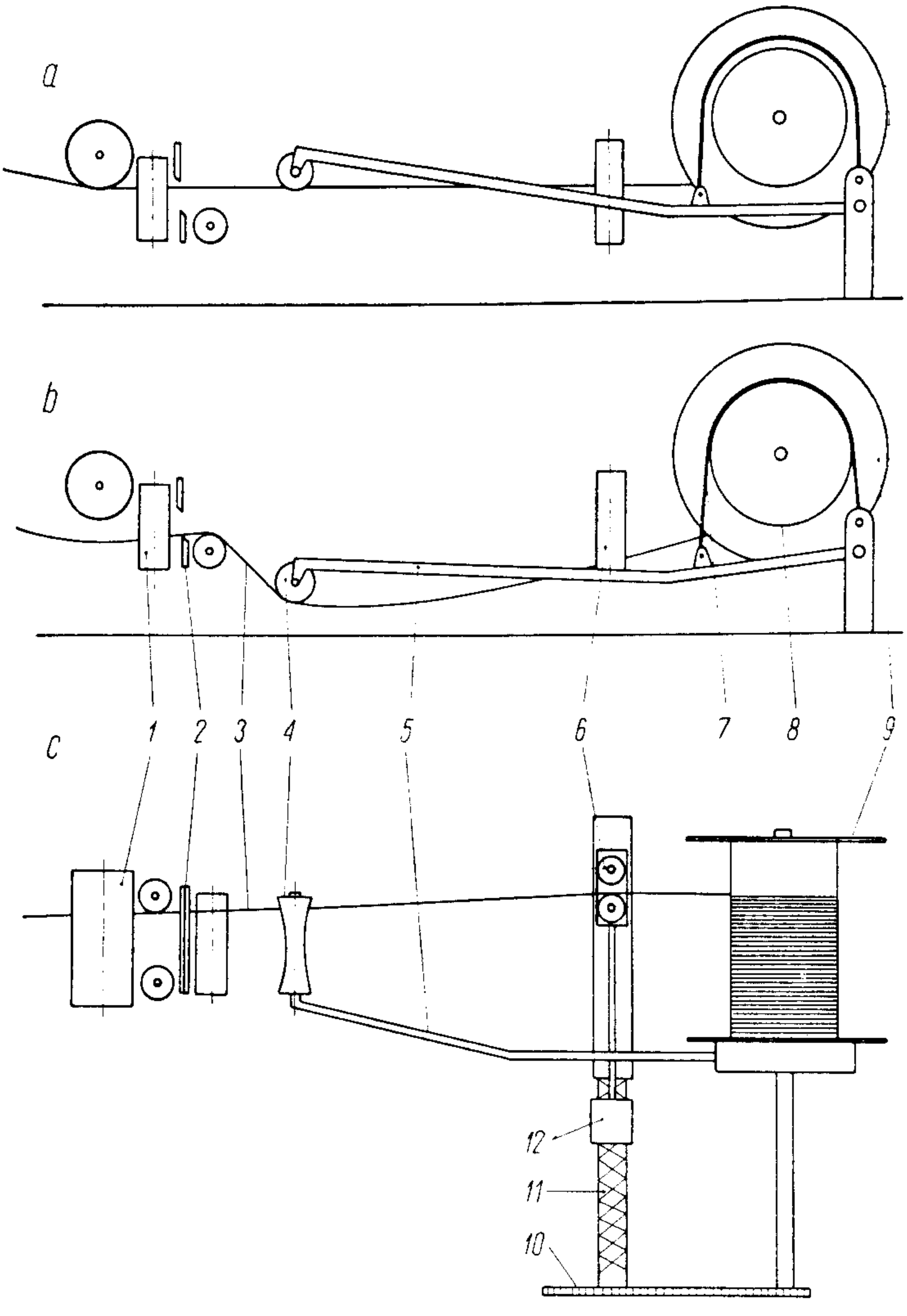
Osprzęt roboczy wyciągarki składa się z bębna startowego, mechanizmu układacza liny, nożyc do cięcia liny i hamulca bębna. Bęben startowy połączony jest ze skrzynią przekładniową za pośrednictwem wału (rys. 2). Bęben, wykonany

z blachy stalowej grubości 4÷6 mm, ma kształt szpuli. Ze względu na to, że podczas pracy rozwija on znaczną prędkość obrotową, praktykuje się odpowiednie wyważenie go w celu wyeliminowania drgań. Jeżeli wyciągarka wyposażona jest w dwa bębny, jak np. wyciągarka HERKULES II, to połączenie bębnów z wałem napędowym nie jest stałe, lecz następuje na przemian (jeden lub drugi) za pośrednictwem przesuwnego sprzęgła kłowego dostawianego do bębna za pomocą dźwigni obsługiwanej z kabiny mechanika.

Bęben liny umieszczony jest zwykle w metalowej obudowie, osłoniętej prętami lub siatką, w celu chronienia obsługi w przypadku urwania się liny podczas pracy bębna. Równomierne układanie liny na walcu bębna zapewnia specjalne urządzenie zwane układaczem liny (rys. 13). Składa się ono z ruchomej ramki wyposażonej w dwie pionowo łożyskowane rolki. Ramka wraz z rolkami ma możność wykonywania ruchu posuwisto-zwrotnego wzdłuż specjalnych prowadnic. W tym celu napędzana jest ona przekładnią od wałka bębna. Lina startowa prowadzona jest wewnątrz ramki, której ruch powoduje, że lina układa się na walcu bębna zwój przy zwoju. Posuwisto-zwrotny ruch układacza możliwy jest dzięki zastosowaniu wałka z naciętym gwintem prostokątnym lewym i prawym (tzw. gwint bez końca). Obracający się wałek powoduje właśnie posuwisto-zwrotne poruszanie się suwaka, na którym umieszczona jest ramka prowadząca linę startową.

Rozwinięcie liny startowej na lotnisku jest możliwe po wysprzęgleniu bębna startowego. Ponieważ bęben wraz z nawiniętą liną mają dużą bezwładność, więc w przypadku gwałtownego zahamowania ciągu liny (w trakcie rozwijania jej) bęben obraca się w dalszym ciągu powodując luzowanie się zwojów liny i plątanie się jej. W celu niedopuszczenia do tego zjawiska bębny są wyposażone w samoczynnie działające hamulce opadowe. Zasadę działania takiego hamulca wyjaśnia rysunek 13. Hamulec ma postać taśmy ciernej opasującej powierzchnię hamulcową bębna. Taśma ta umocowana jest z jednej strony do podstawy wyciągarki, z drugiej natomiast połączona jest z ruchomym ramieniem zakończonym wklęsłą rolką. Rolka ta spoczywa na linie startowej, a więc gdy lina jest naprężona, rolka unosi się, gdy lina zwisa swobodnie — rolka opada na dół. Opadając wraz z dźwignią rolka powoduje zaciskanie się taśmy na hamulcowej powierzchni bębna. Z chwilą pociągnięcia za linkę od strony szybowca, linka napręża się odhamowując jednocześnie bęben liny. To proste na pozór urządzenie wymaga jednak w praktyce starannej regulacji i umiejętnej obsługi.

W miejscu, w którym linka startowa wychodzi z wycią-



Rys. 13. Urządzenie ciągowe wyciągarki

a — podczas ciągu lub rozwijania liny (bęben odhamowany), *b* — linka zwisa luźno — bęben zahamowany, *c* — widok z góry *1* — zespół wałków, *2* — nożyce liny, *3* — lina, *4* — wałek wklęsły hamulca opadowego, *5* — ramię sterujące hamulca opadowego, *6* — wałki układacza liny, *7* — taśma cierna hamulca opadowego, *8* — bęben hamulcowy, *9* — bęben liny, *10* — łańcuchowy napęd (od bębna) układacza liny, *11* — wałek układacza z gwintem bez końca, *12* — suwak układacza napędzający wałki układacza liny

garki, umieszczony jest zespół wałków służących do prowadzenia liny podczas startu szybowca (patrz rys. 13). Zwykle przy zespole tym zabudowane są też nożyce bezpieczeństwa.

Są to najczęściej nożyce typu opadowego uruchamiane z kabiny mechanika przez pociągnięcie uchwytu wyzwalającego ramię opadowe nożyc, uzbrojone w odpowiedni ciężarek do zwiększenia energii uderzenia przy cięciu liny. Tego rodzaju nożyce znajdują zastosowanie wtedy, gdy pilot szybowca nie odczepi w odpowiedniej chwili liny lub gdy nastąpi usterka przy szybowcu. Odcinając linę zapobiega się poważnym wypadkom stwarzając pilotowi możliwość kontynuowania lotu ze zwisającą odciętą liną (obowiązkiem mechanika wyciągarkowego jest zasygnalizowanie, że szybowiec leci z odciętą liną).

W niektórych nowoczesnych wyciągarkach nożyce mają inny kształt i są uruchamiane za pomocą silnej spiralnej sprężyny wymagającej napięcia przed rozpoczęciem lotów.

Wyciągarki krajowe *)

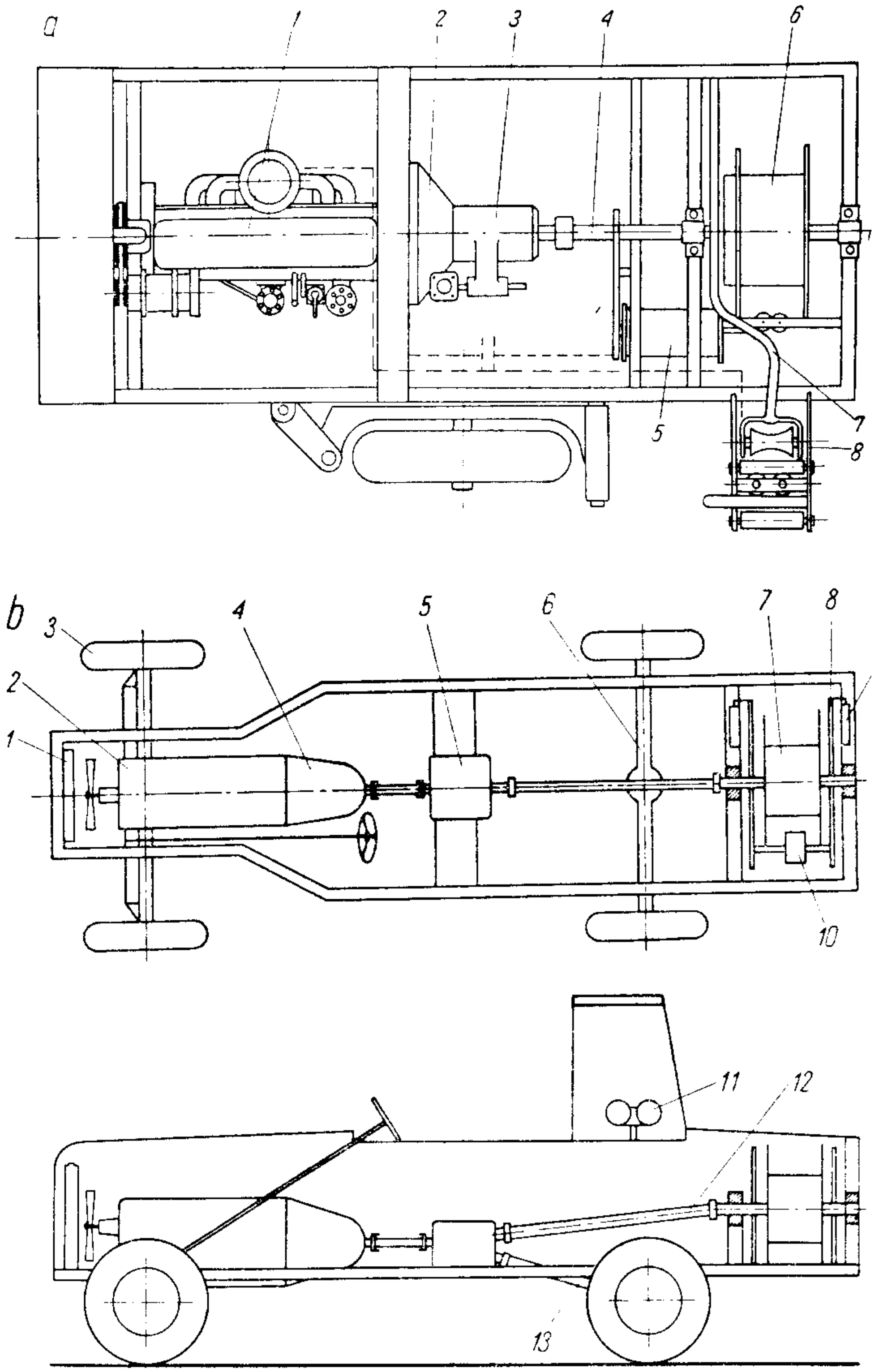
Pierwszą krajową wyciągarką, budowaną seryjnie, jest wyciągarka ŻUBR (rys. 14*a*). Ma ona kształt dwukołowej przyczepy samochodowej i wyposażona jest w silnik samochodowy S 42 o mocy 85 KM. Wyciągarka ma układ poprzeczny, wskutek czego kierunek ciągu jest prostopadły do jej osi podłużnej.

Silnik S 42 stanowi jeden zespół ze sprzęgłem i skrzynką przekładniową. Wyciągarka wyposażona jest w jeden bęben liny (na który można nawinąć około 1200 m liny stalowej o średnicy 5 mm), układacz liny, hamulec opadowy i nożyce opadowe. W pozycji roboczej wyciągarka ustawiana jest na czterech nogach. W tym celu obydwa koła zostają odblokowane i uniesione do góry. Do sygnalizacji i porozumiewania się z miejscem startu szybowców służą dwa reflektory z filtrem czerwonym i zielonym, włączane ze stanowiska mechanika za pomocą przycisków. Ze względu na niedostateczny zapas mocy, wyciągarka ŻUBR stosowana jest prawie wyłącznie do startów szybowców jednomiejscowych.

Znacznie większą mocą dysponuje wyciągarka HERKULES II wyposażona w silnik typu Praga AE o mocy 150 KM i w sprzęgło hydrokinetyczne.. Zbudowana została ona także jako przyczepa samochodowa na podwoziu dwukołowym. Wyciągarka ma układ podłużny i wyposażona jest w dwa bębny startowe, które mogą być zasprzęglane tylko oddzielnie, przy czym najczęściej praktykuje się obsługiwa-

---

*) Przegląd wszystkich typów wyciągarek użytkowanych w kraju zawiera książka J. Zielezińskigeo pt. „Urządzenia startowe szybowców i ich obsługa", WKŁ, Warszawa 1965.



Rys. 14. Schematy wyciągarek

a — wyciągarka ŻUBR

1 — silnik, *2* — sprzęgło, *3* — skrzynka przekładniowa, *4* — wał przegubowy, *5* — mechanizm układacza liny, *6* — bęben startowy, *7* — dźwignia hamulca opadowego, *8* — zespół wałków liny i nożyce

b — wyciągarka TUR

1 — chłodnica, *2* — silnik, *3* — przednie koła (sterowane), *4* — zespół sprzęgła i skrzynki przekładniowej, *5* — skrzynka napędów, *6* — tylny most z mechanizmem różnicowym, *7* — bęben startowy, *8* — uchylna laweta bębna startowego, *9* — amortyzator lawety, *10* — układacz liny z nożycami, *11* — reflektory sygnalizacyjne, *12* — wał pędny bębna, *13* — wał pędny kół

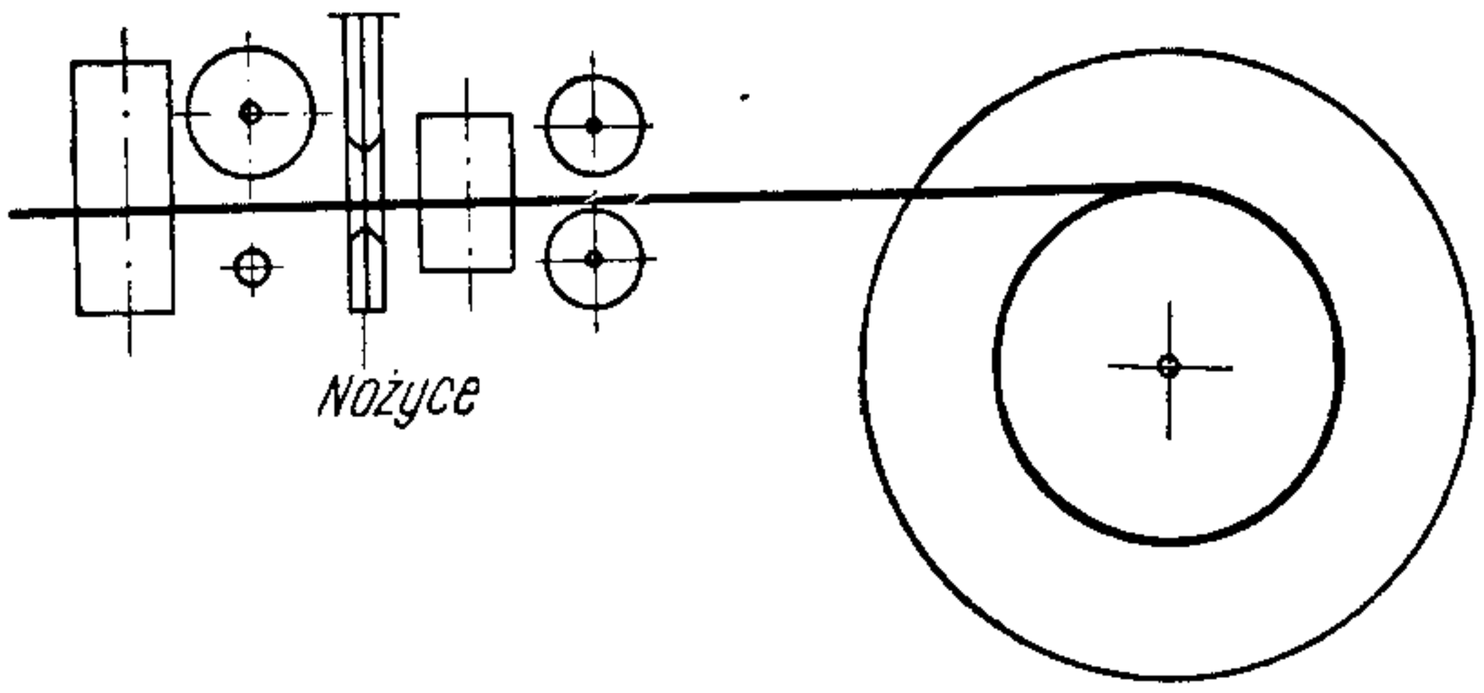
nie startów przy użyciu jednego bębna, podczas gdy drugi stanowi rezerwę. Istnieje jednak możliwość jednoczesnego rozwijania lin z obu bębnów, a następnie kolejnego wykonywania startów przy użyciu jednego, a następnie drugiego bębna. Wyciągarka HERKULES II ma specjalną skrzynkę przekładniowo-rozdzielczą, podobną z zewnątrz do mechanizmu różnicowego (dyferencjału) w samochodach. Dzięki tej skrzynce może być napędzany lewy lub prawy bęben startowy, które zasprzęgane są przesuwnymi sprzęgłami kłowymi z miejsca mechanika.

Dzięki dużemu nadmiarowi mocy wyciągarka HERKULES II z powodzeniem stosowana jest przy startach ciężkich szybowców dwumiejscowych.

Wyraźny postęp w konstrukcjach wyciągarek wykazuje wyciągarka TUR zbudowana w czterokołowym układzie jako jednostka samojezdna (rys. 14*b*). Wyciągarka ma układ poprzeczny z jednym bębnem startowym. Kształtem wyciągarka zbliżona jest do samochodu, ma też samochodowy układ kierowniczy.

Źródło napędu wyciągarki stanowi sześciocylindrowy silnik benzynowy S 47 o mocy 105 KM, umożliwiający obsługiwanie startów szybowców dwumiejscowych. Podobnie jak w wyciągarce ŻUBR, tak i tutaj silnik stanowi całość ze sprzęgłem i skrzynką przekładniową. Pomiędzy skrzynką przekładniową a bębnem liny umieszczona jest skrzynka napędów rozdzielająca napęd na bęben lub na koła pojazdu.

Nowością w tej wyciągarce jest rozwiązanie zawieszenia bębna startowego. Część obudowy bębna zawieszona jest mianowicie wahadłowo na wspólnej osi z bębnem. Na obudowie tej zabudowane są rolki prowadzące linę. Rolki te stanowią jednocześnie układacz liny wykonując podczas pracy bębna ruch posuwisto-zwrotny (dzięki zastosowaniu wałka z gwintem bez końca). Do korpusu rolek zabudowane są też sprężynowe nożyce awaryjne liny. Schemat tego rozwiązania pokazany jest na rysunku 15.



Rys. 15. Urządzenie ciągowe wyciągarki TUR

Dzięki wahadłowemu zawieszeniu, obudowa wraz z rolkami ustawia się odpowiednio do kierunku liny startowej, przez co zapobiega się zginaniu liny na rolce przedniej, jak to ma miejsce w poprzednich typach wyciągarek.

Bęben startowy wyposażony jest w wyciągarce TUR w hamulec hydrauliczny uruchamiany samoczynnie przy pochylaniu się odbudowy do położenia dolnego. Z chwilą naprężenia liny obudowa podnosi się zwalniając hamulec.

Przegląd i przygotowanie wyciągarki do pracy

Każdego dnia przed rozpoczęciem lotów za wyciągarką konieczne jest przeprowadzenie przeglądu technicznego i przygotowanie jej do pracy. Zakres tych prac ujęty jest zazwyczaj w sposób szczegółowy w instrukcjach obsługi poszczególnych typów wyciągarek, istnieje jednak wiele wspólnych podstawowych czynności. Należą do nich przede wszystkim: sprawdzenie poziomu cieczy chłodzącej silnika, stanu oleju w misce olejowej silnika oraz zawartości paliwa w zbiorniku (na 1 start przyjmuje się zwykle około 0,5 l paliwa). Jednocześnie podlega sprawdzeniu szczelność instalacji (poszukiwanie śladów przecieków paliwa, cieczy chłodzącej lub oleju).

Codziennemu sprawdzeniu podlega także akumulator, a zwłaszcza odnosi się to do sprawdzenia poziomu elektrolitu w poszczególnych ogniwach oraz stanu naładowania.

Dalszy przegląd dotyczy sprawdzenia stanu poszczególnych części wyciągarki, a w tym łożyskowania bębna, skuteczności hamulca opadowego, stanu układacza liny i nożyc bezpieczeństwa. Szczególną uwagę zwraca się na luzy, jakie z czasem pojawiają się w połączeniach dźwigni sterowania sprzęgieł kłowych itp. Powierzchnie trące układacza liny i wałka napędowego wymagają codziennego oczyszczania i pokrywania świeżym smarem. Konieczne jest też sprawdzenie zakończenia liny startowej, a zwłaszcza ogniw zaczepowych i spadochronika oraz bezpiecznika zrywowego (jeśli loty odbywają się bez udziału ściągarki, to elementy te pozostają przy wyciągarce).

Przy wykonaniu wymienionych czynności należy przeprowadzić próbę pracy silnika (przed garażem) sprawdzając przy tym wskazania przyrządów kontrolnych i stan sygnalizacji świetlnej. Po wyłączeniu silnika wyciągarka jest gotowa do transportu na start, wymaga jedynie wyposażenia w rakietnicę i amunicję sygnalizacyjną bądź w radiotelefon.

W celu uchronienia się od przerw w wykonywaniu lotów w dniu następnym, spowodowanych niewłaściwym stanem technicznym wyciągarki, wskazane jest przeprowadzenie co-

dziennych przeglądów polotowych. Przeglądy takie przeprowadzane są przed garażem, a celem ich jest wykrycie usterek, jakie mogły pojawić się podczas użytkowania wyciągarki. Najczęściej usterki takie ujawniają się w postaci przecieków instalacji chłodzenia lub zasilania, a także przy zakończeniu liny startowej.

Po ukończeniu lotów wyciągarka jest zwykle zanieczyszczona, toteż konieczne jest usunięcie zanieczyszczeń oraz przemycie i ponowne nasmarowanie powierzchni trących.

Częste uruchamianie silnika, praktykowane przy intensywnym wykonywaniu lotów, prowadzi do stopniowego rozładowywania akumulatora, gdyż krótkie okresy pracy silnika podczas startu szybowca nie wystarczają do uzupełnienia stanu naładowania. W związku z tym należy podczas przeglądu sprawdzić stan naładowania akumulatora i w razie potrzeby przekazać go do ładowania z sieci.

Rozdział 2

ŚCIĄGARKA SZYBOWCOWA

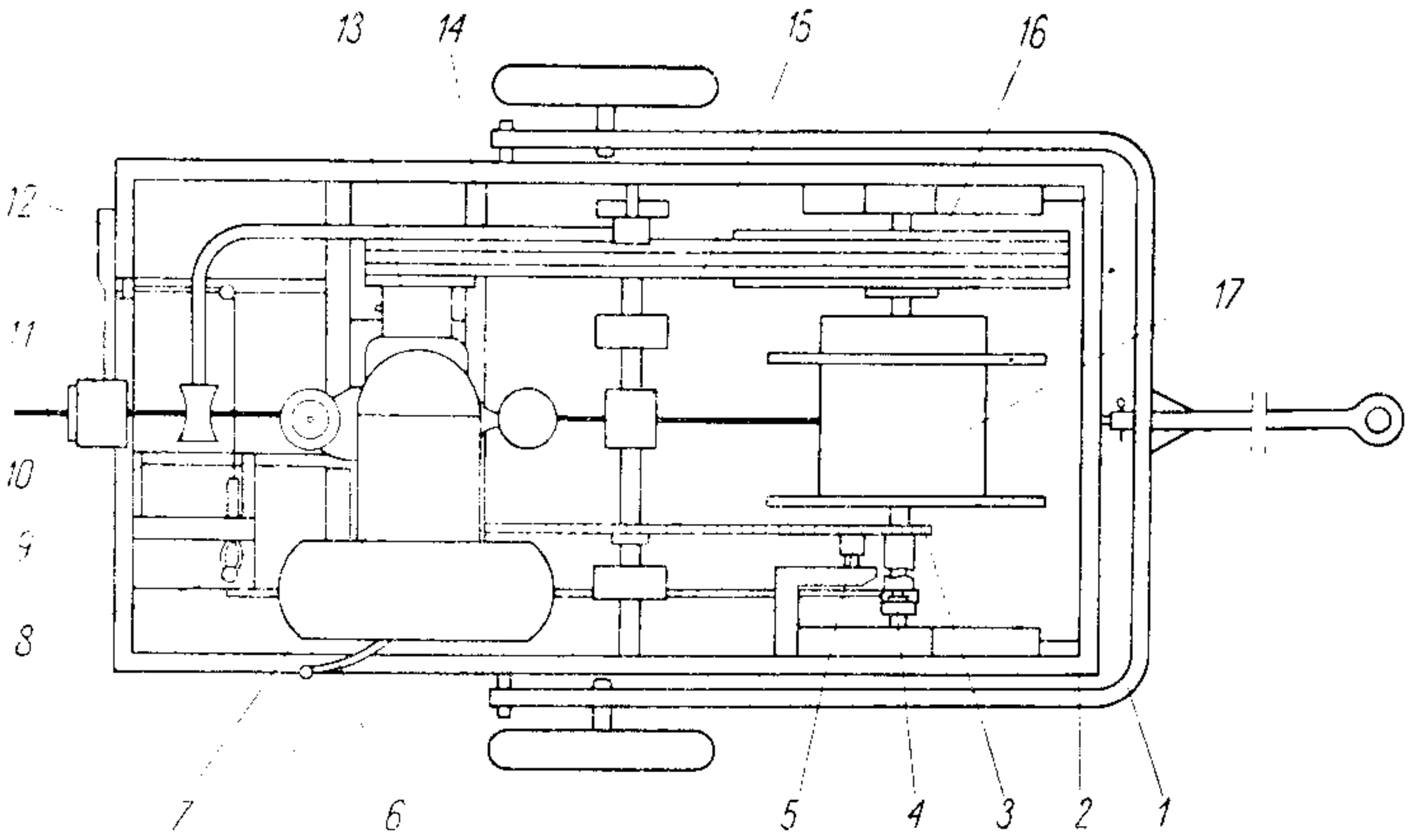
Ściągarka liny jest urządzeniem pomocniczym mającym usprawnić wykonywanie startów za wyciągarką. Służy ona do ściągania na start liny wyciągarkowej odczepionej od startującego szybowca. W tym celu ściągarka wyposażona jest w silnik, najczęściej spalinowy, bęben i linkę stalową.

Najczęściej ściągarka pracuje w połączeniu z wyciągarką, tzn. przy sprzężeniu obu lin. W związku z tym stało się konieczne wyposażenie jej w nożyce awaryjne do odcinania linki.

Ogólny schemat szeroko stosowanej w kraju ściągarki RYŚ pokazany jest na rysunku 16. Ściągarka ta składa się z ramy umieszczonej na odejmowanym dwukołowym podwoziu, silnika benzynowego, sprzęgła, układu przenoszącego napęd, bębna liny wyposażonego w układacz liny, hamulec opadowy i nożyce awaryjne.

W ściągarkach znajdują najczęściej zastosowanie jednocylindrowe silniki dwusuwowe, podobne pod względem konstrukcji do silników motocyklowych i silników używanych w przenośnych agregatach pożarniczych.

Silnik taki jest zwykle chłodzony powietrzem. W tym celu tuleja cylindra i głowica są silnie użebrowane, w celu zwiększenia powierzchni chłodzenia. Ponieważ, w odróżnieniu od silnika motocyklowego, silnik wyciągarki pracuje w miejscu,

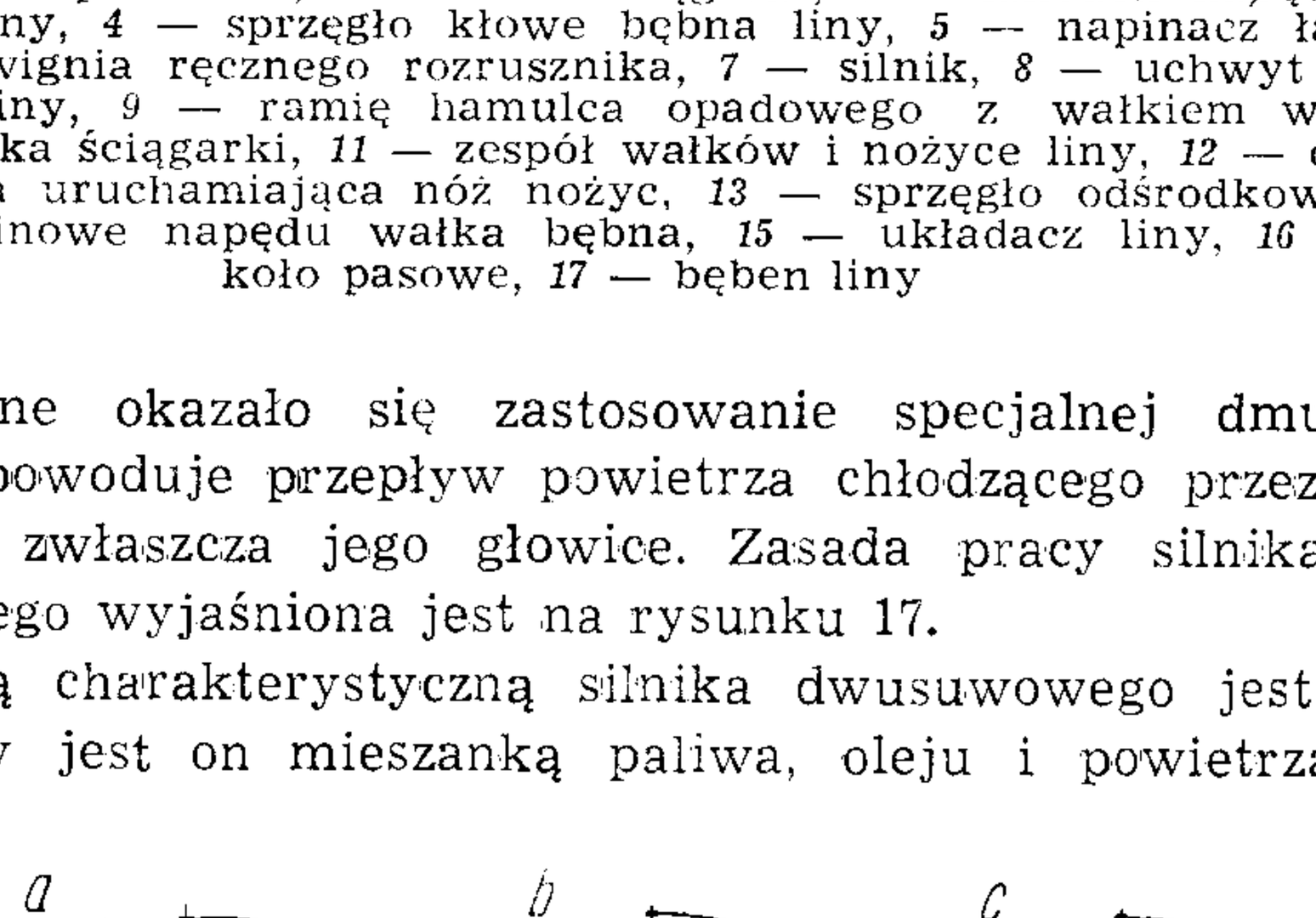


Rys. 16. Schemat ściągarki RYŚ

1 — rama podwozia, *2* — rama ściągarki, *3* — łańcuch napędu układacza liny, *4* — sprzęgło kłowe bębna liny, *5* — napinacz łańcucha, *6* — dźwignia ręcznego rozrusznika, *7* — silnik, *8* — uchwyt dźwigni nożyc liny, *9* — ramię hamulca opadowego z wałkiem wklęsłym, *10* — linka ściągarki, *11* — zespół wałków i nożyce liny, *12* — dźwignia opadowa uruchamiająca nóż nożyc, *13* — sprzęgło odśrodkowe, *14* — pasy klinowe napędu wałka bębna, *15* — układacz liny, *16* — duże koło pasowe, *17* — bęben liny

konieczne okazało się zastosowanie specjalnej dmuchawy, która powoduje przepływ powietrza chłodzącego przez cylinder, a zwłaszcza jego głowice. Zasada pracy silnika dwusuwowego wyjaśniona jest na rysunku 17.

Cechą charakterystyczną silnika dwusuwowego jest to, że zasilany jest on mieszanką paliwa, oleju i powietrza. Olej



Rys. 17. Schemat pracy silnika dwusuwowego

a — budowa silnika w przekroju, *b* — położenie tłoka w I suwie (ssanie i sprężanie), *c* — położenie tłoka w II suwie (wydech i napełnianie)

1 — świeca zapłonowa, *2* — cylinder-komora sprężania, *3* — kanał przelotowy mieszanki, *4* — tłok, *5* — skrzynka korbowa, *6* — kanał ssący, *7* — kanał wylotowy

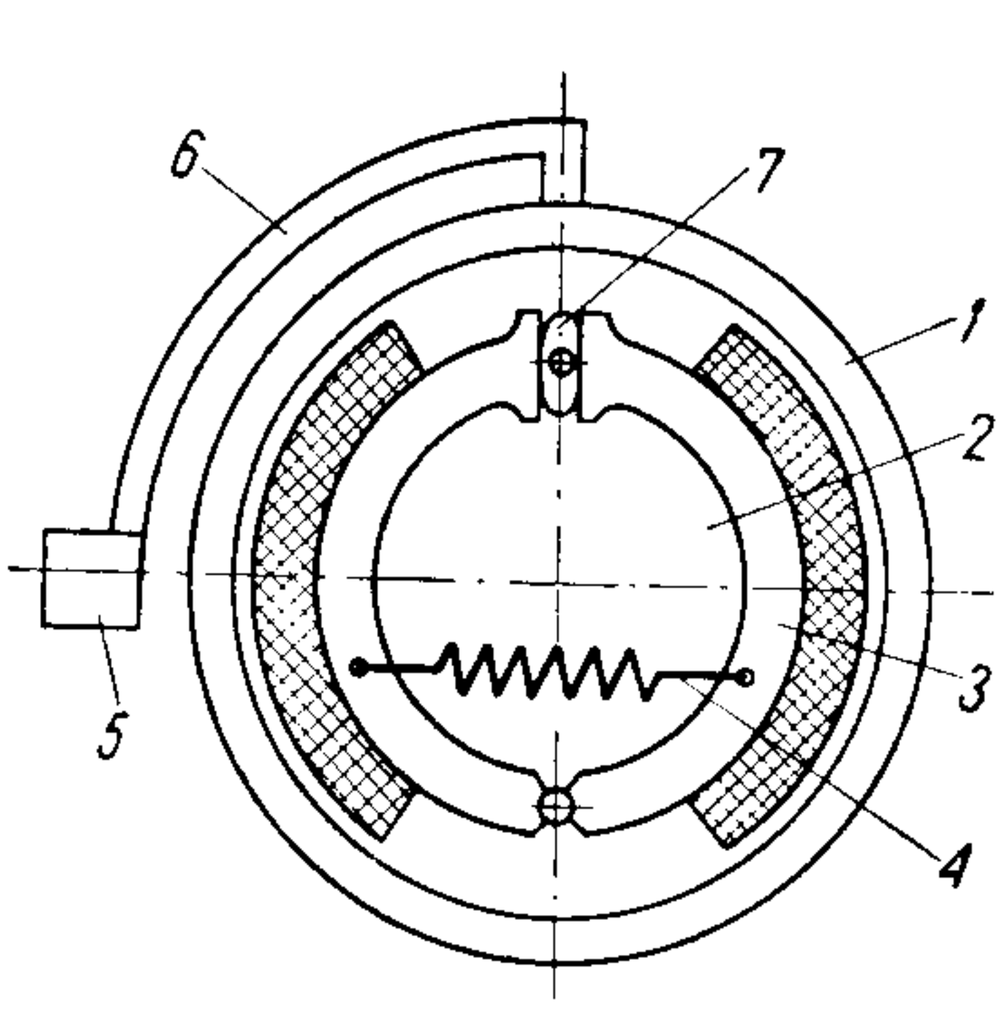
zawarty w paliwie ma na celu smarowanie silnika. Zastosowanie systemu smarowania silników czterosuwowych stało się tu niemożliwe z tego względu, że wnętrze kadłuba silnika (karteru) wykorzystane zostało do wstępnego sprężania mieszanki (rys. 17).

Podczas suwu tłoka ku górze kadłub silnika napełnia się mieszanką zasysaną z gaźnika przez odsłonięty kanał. Jednocześnie w przestrzeni nad tłokiem, a więc w komorze sprężania następuje sprężanie wcześniej wtłoczonej tam mieszanki (podczas poprzedniego ruchu tłoka do dołu). Przy przejściu tłoka przez zwrot zewnętrzny następuje zapłon sprężonej mieszanki i rozpoczyna się suw roboczy. Podczas tego suwu zostaje też sprężona wstępnie mieszanka zassana z gaźnika. Jednocześnie mieszanka ta wypychana jest kanałem w kierunku komory sprężania. Ponieważ w tym czasie odsłonięty zostaje kanał wydechowy, spaliny zostają wydalone na zewnątrz, do czego przyczynia się częściowo napływająca kanałem świeża mieszanka.

Z opisanego tu procesu wynika, że co drugi suw tłoka jest suwem roboczym. Silnik dwusuwowy pozbawiony jest układu rozrządczego, a rolę jego spełnia sam tłok odsłaniając podczas ruchu odpowiednie kanały.

Iskrę elektryczną dla świecy wytwarza zwykle iskrotwnik, dzięki czemu zastosowanie prądnicy i akumulatora stało się tu zbędne. Do rozruchu silnika, z uwagi na jego małą pojemność, stosuje się ręczną dźwignię zakończoną wycinkiem koła zębatego, które zazębia się z kółkiem zębatym wału.

W wyciągarce RYŚ znalazł zastosowanie silnik dwusuwowy typu S 82 o mocy 8 KM. Ruch obrotowy wału korbowego silnika przenoszony jest przez redukującą obroty przekładnię zębatą na sprzęgło odśrodkowe włączające się samoczynnie pod wpływem wzrostu prędkości obrotowej silnika. Zasadę działania tego sprzęgła wyjaśnia rysunek 18. Sprzęgło budową swą i działaniem przypomina hamulec cierny stosowany w pojazdach. Zasprzęglanie odbywa się w nim pomiędzy dwiema wirującymi szczękami wyposażonymi w okładziny cierne

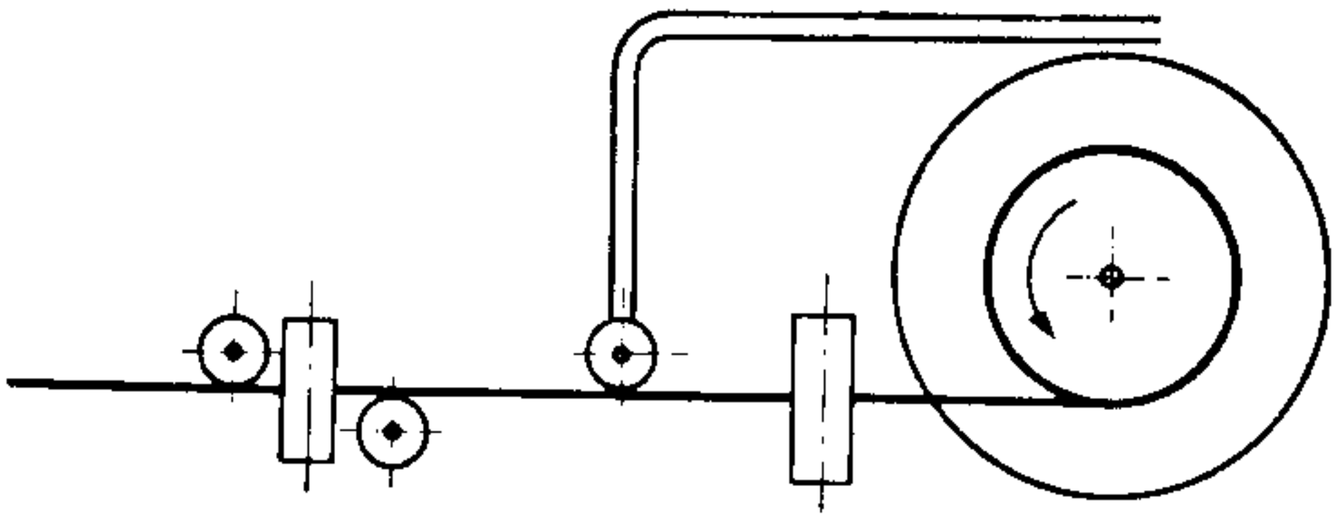


Rys. 18. Budowa sprzęgła odśrodkowego wyciągarki RYŚ
1 — bęben sprzęgła, *2* — tarcza wirująca ze szczękami, *3* — szczęki, *4* — sprężyna ściągająca szczęki, *5* — ciężarek bezwładnościowy, *6* — ramię ciężarka, *7* — kułak rozpierający szczęki

a spoczywającym pierwotnie w spoczynku bębnem (strona napędzana). Z chwilą odpowiedniego zwiększania prędkości obrotowej silnika wirujący wraz ze szczękami ciężarek, umieszczony na wysięgniku, odchyla się pod wpływem siły odśrodkowej na zewnątrz i poprzez widoczny na rysunku kułak odchyla na zewnątrz obie szczęki. Szczęki przylegają do powierzchni bębna i w ten sposób przenoszą napęd. Bęben napędza duże koło pasowe, które za pomocą pasów klinowych przekazuje ruch obrotowy na wał bębna wyciągarki.

Na wałku bębna ściągarki umieszczone jest przesuwnie proste sprzęgło kłowe włączane za pomocą ręcznej dźwigni przy unieruchomionym silniku. Sprzęgło to służy do łączenia wałka z bębnem przed rozpoczęciem ściągania liny. Do startu szybowca, kiedy linka ściągarki rozwijana jest z bębna przez startujący szybowiec, sprzęgło musi być wyłączone, aby bęben mógł się swobodnie obracać. Na rysunku 18 można zauważyć, że napęd układacza linki połączony jest bezpośrednio z bębnem, dzięki czemu układacz działa także przy rozwijaniu linki podczas startu szybowca (gdy silnik jest wyłączony). Zarówno urządzenie układacza linki, jak i nożyce awaryjne, nie różnią się konstrukcją od tych, jakie są stosowane w wyciągarkach, jedynie ze względu na mniejszą średnicę linki i mniejsze siły mają mniejsze wymiary.

Schemat prowadzenia linki w ściągarce przedstawiono na rysunku 19. Podobnie jak w wyciągarce, linka przechodzi tu przez zespół wałków kierujących, przy których zabudowane



Rys. 19. Schemat prowadzenia linki w ściągarce RYŚ

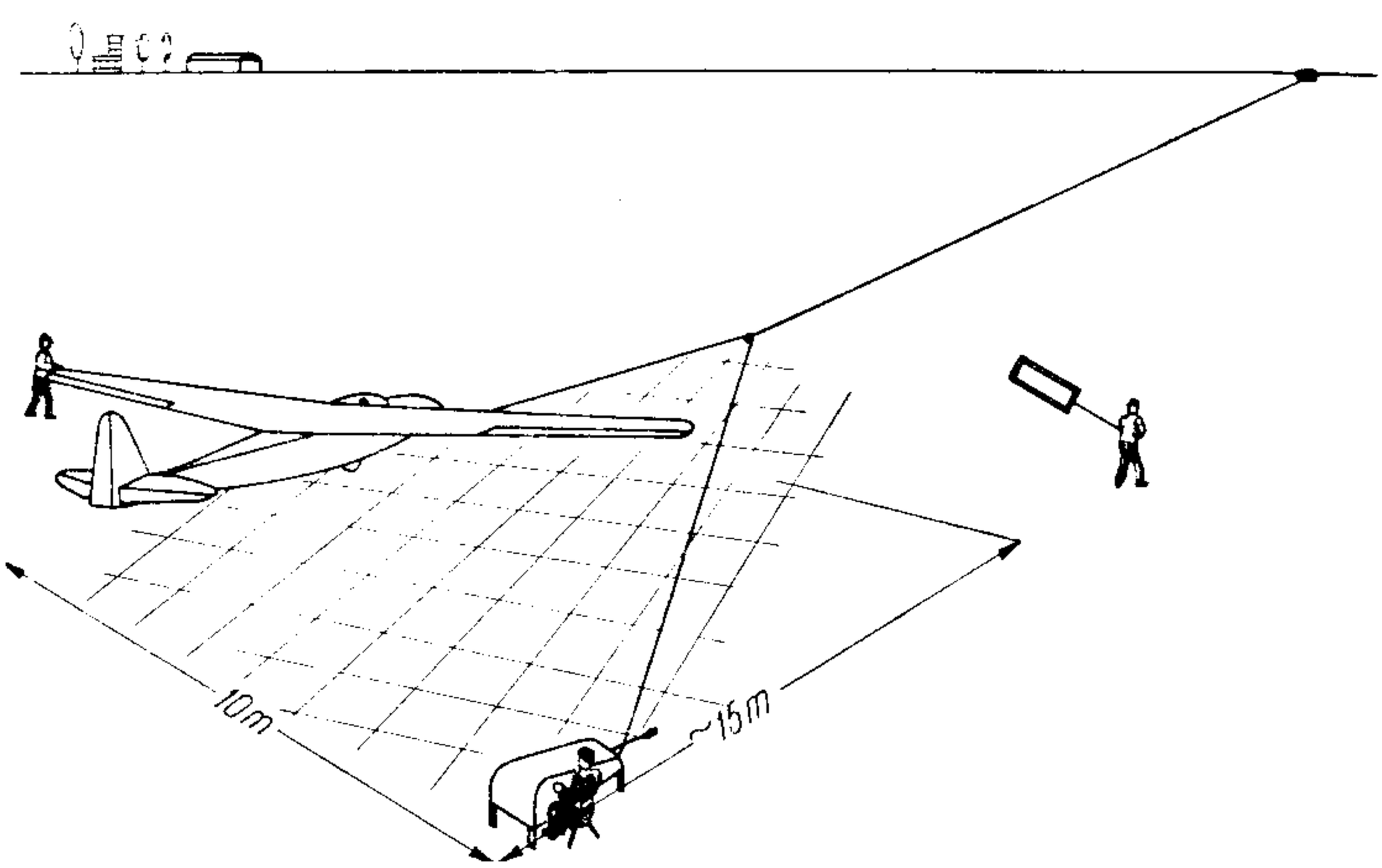
są nożyce awaryjne, a następnie poprzez rolki układacza nawija się na bęben. Pomiędzy zespołem rolek a układaczem spoczywa na lince wklęsła rolka hamulca opadowego, który działaniem swym nie różni się od hamulca bębna wyciągarki widocznego na rysunku 13.

Przed rozpoczęciem lotów wykonywany jest przegląd przedlotowy ściągarki, mający na celu zarówno przygotowanie jej do pracy, jak i sprawdzenie jej gotowości. Przegląd rozpoczyna się od sprawdzenia dokumentacji ściągarki (czy są wykonane i potwierdzone wpisem czynności okresowe, czy jest

ściągarka dopuszczona do pracy). Przegląd techniczny dotyczy ogólnego stanu poszczególnych zespołów i części ściągarki. Sprawdzić należy też szczelność połączeń instalacji paliwowej, szczelność skrzynki przekładniowej i poziom oleju, ilość paliwa w zbiorniku, napięcie pasków klinowych, obracanie się wałka układacza liny, działanie hamulca opadowego oraz sprzęgła kłowego (czy dobrze wysprzęgla). Zalecane jest też próbne uruchomienie silnika przed garażem.

Po ukończeniu lotów wykonywany jest przegląd ściągarki, którego celem jest wykrycie usterek i usunięcie zanieczyszczeń, głównie zanieczyszczenia układacza liny i rolek.

Sposób ustawienia ściągarki na starcie wyjaśniony jest na rysunku 20. Ściągarkę ustawia się z tej strony szybowca, z której zabudowany jest do niego zaczep startowy. Jeżeli



Rys. 20. Ustawienie startu wyciągarkowego ze ściągarką

zaczep zabudowany jest symetrycznie, to ściągarka może być ustawiona po dowolnej stronie szybowca. Zazwyczaj ściągarkę ustawia się około 10 m w bok od osi podłużnej szybowca z przesunięciem do tyłu na odległość około 10÷15 m. Ściągarka ustawiana jest tak, aby przegięcia linki na rolkach były jak najmniejsze.

W pozycji roboczej ściągarka spoczywa na czterech krótkich nogach. Do usunięcia spod niej dwukołowego podwozia konieczne jest uniesienie ściągarki za pomocą dyszla. Ponieważ rama ściągarki nasadzana jest na podwozie z góry, więc podwozie pozostaje na ziemi i może być przetoczone na bok i ustawione przy ściągarce.

Dalsze przygotowania do startu polegają na sprzęgnięciu liny ściągarkowej z końcem liny wyciągarkowej oraz na założeniu ciężarka na dźwignię opadową nożyc. Od tej pory poruszanie się po polu wyznaczonym w kształcie trójkąta przez obie liny, szybowiec i ściągarkę jest niedozwolone.

Obsługujący ściągarkę zajmuje miejsce na składanym siodełku przystawianym do ściągarki i po sprawdzeniu przygotowania nożyc oraz wysprzęglenia bębna linki, zgłasza swoją gotowość instruktorowi prowadzącemu loty. Siedząc bokiem do linii startu obsługujący ma możność obserwowania sygnałów dawanych przez instruktora i sygnalistę przy tarczy. Obowiązkiem jego jest obserwowanie przebiegu startu i wznoszenia na linie, a także śledzenie procesu odwijania się liny z bębna.

Podczas odwijania linki z bębna mogą występować dwie nieprawidłowości działania ściągarki. Jedną z nich jest wzrost wahań dźwigni hamulca opadowego powodujący chwilowe przehamowywanie bębna. Przy występowaniu tego zjawiska konieczne jest lekkie przytrzymywanie dźwigni ręką, co wymaga jednak pewnej wprawy. Druga nieprawidłowość występuje w przypadku, gdy układ włączający sprzęgło kłowe wykazuje duże luzy. Istnieje wtedy możliwość gwałtownego przesunięcia się sprzęgła kłowego i zazębienia się go z bębnem. W celu niedopuszczenia do tego zjawiska konieczne jest zwracanie uwagi na wielkość luzów w układzie sterującym sprzęgła, jak też staranne zabezpieczenie uchwytu układu sterującego, aby nie mógł się samoczynnie przesunąć pod wpływem drgań ściągarki.

Z chwilą odczepienia liny przez szybowiec, co można zaobserwować po oddaleniu się spadochronika liny od szybowca, bęben liny zatrzymuje się. Obsługujący ściągarkę włącza wtedy sprzęgło kłowe bębna linki i uruchamia silnik ściągarki. Rozpoczęcie ściągania liny następuje z chwilą zwiększenia prędkości obrotowej silnika, pod wpływem czego następuje samoczynne zasprzęglenie sprzęgła odśrodkowego i przeniesienie ruchu obrotowego z silnika na układ ciągowy ściągarki. Przy ściąganiu liny należy utrzymywać stałą prędkość liny, aby zapobiec zaburzeniom w odwijaniu się liny z bębna wyciągarki.

Podczas startu szybowca mogą wystąpić pewne nieprawidłowości, wymagające od obsługującego ściągarkę podejmowania właściwej i szybkiej decyzji. Przede wszystkim należy do nich start połączony z gwałtownym szarpnięciem szybowca przez wyciągarkę. W wyniku gwałtownego szarpnięcia, a następnie zwolnienia ciągu, bęben ściągarki może gwałtownie przyśpieszyć i jeśli nie zostanie w porę przyhamowa-

ny, nastąpi wtedy splątanie kilku zwojów linki na bębnie, a nawet zakleszczenie się linki na krawędziach bębna lub innych elementach ściągarki. W sytuacji takiej konieczne jest natychmiastowe odcięcie linki ściągarkowej.

Natychmiastowe odcięcie linki konieczne jest także i wtedy, gdy linka ściągarki zaczepi o konstrukcję szybowca lub zostanie przerzucona np. przez stery. Linkę ściągarkową odcina się też w sytuacjach, gdy szybowiec zmieni kierunek lotu o 90° lub też przechyli się na skrzydło o 90°.

Rozdział 3

LINY STARTOWE

Budowa liny

Do startu wyciągarkowego stosowane są giętkie linki stalowe o średnicach od 2,5 do 5,0 mm. Liny ściągarkowe mają średnice 2,5÷3,0 mm, przy czym są to linki wielosplotowe z miękkim rdzeniem. Do wyciągarek stosuje się linki o średnicach od 4,2 mm do najwyżej 5 mm o rdzeniu miękkim lub twardym.

Budowa liny stalowej pokazana jest na rysunku 21. Lina powstaje przez spiralne skręcenie sześciu splotów dookoła siódmego splotu, stanowiącego rdzeń. Rdzeń ten może być wykonany także z włókien konopnych — wówczas jest to lina z miękkim rdzeniem. Liny z rdzeniem miękkim są zwykle bardziej elastyczne i bardziej podatne do pracy na rolkach niż liny z rdzeniem twardym.

Rys. 21. Budowa wielosplotowej linki startowej

Każdy ze splotów powstaje przez spiralne skręcenie pewnej liczby cienkich stalowych drucików. Kierunek splotu drucików jest zawsze odwrotny do kierunku splotu liny, przez co zapobiega się skłonnościom liny do samoczynnego zwijania się w zwoje i tworzenia tzw. oczek.

W celu ochrony przed korozją druciki linek są cynkowane, przez co otrzymują lekko matową powierzchnię. W wyniku

zużycia się linki i wytarcia metalu pojawia się na powierzchni linki charakterystyczny połysk metaliczny, a gdy linka jest długo nie używana, występują ślady rdzy.

Własności wytrzymałościowe linek stalowych porównane są w tablicy 1.

Tablica 1

Własności wytrzymałościowe linek stalowych z twardym rdzeniem

Średnica linki mm	Liczba splotów × liczba drutów w splocie	Najmniejsza siła zrywająca linkę kG	Uwagi
2,5	7 × 7	495	wykonanie zaplotu linki powoduje zmniejszenie siły zrywającej o ok. 20%
3,0	7 × 7	760	
4,5	7 × 7	1350	

Własności wytrzymałościowe linek stalowych z miękkim rdzeniem są nieco niższe (np. linka o średnicy 2,5 mm ma wytrzymałość 460 kG).

Linka stalowa powinna być okresowo przeciągana przez zwilżoną w nafcie szmatę. Zabieg ten pozwala jednocześnie na wykrywanie uszkodzeń liny w postaci zrywania się pojedynczych drucików, które odstają od liny i zaczepiają o szmatę.

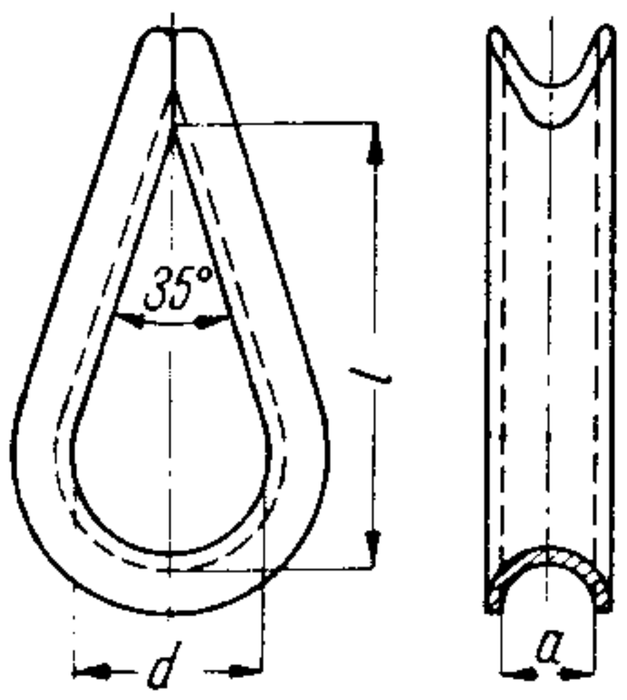
Typowym objawem zużycia się liny jest wycieranie się metalu, które poznaje się po wytarciu matowej warstwy cynku i pojawiającym się połysku metalicznym. Innym objawem jest zrywanie się drucików liny, jeszcze innym rozkręcanie się splotów lub powstawanie trwałych deformacji.

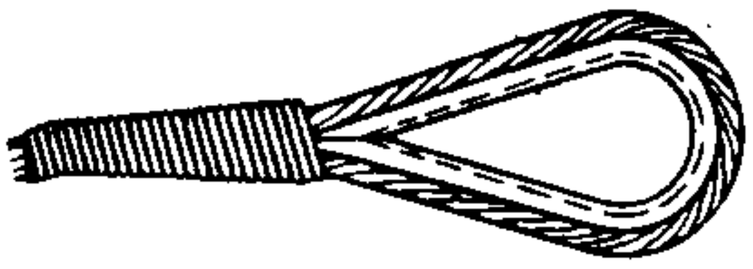
Zależnie od jakości liny i sposobu jej użytkowania oraz konserwacji lina wystarcza na bezpieczne wykonanie 1000 do 2000 startów za wyciągarką. Aby zwiększyć bezpieczeństwo i aby zapobiec niespodziewanym zrywaniom się lin podczas startu szybowca, a także przedłużyć ich żywotność, stosuje się zwykle liny o średnicach większych od obliczeniowych. Zwiększenie wytrzymałości lin w stosunku do wartości obliczeniowych wymaga umieszczenia na końcu liny tzw. bezpiecznika zrywowego, który ma chronić konstrukcję szybowca przed niedopuszczalnym przeciążeniem podczas startu za wyciągarką, a także umożliwiać zerwanie liny w przypadku, gdy lecący z odciętą liną szybowiec zaczepi o przeszkodę na ziemi.

Łączenie lin stalowych

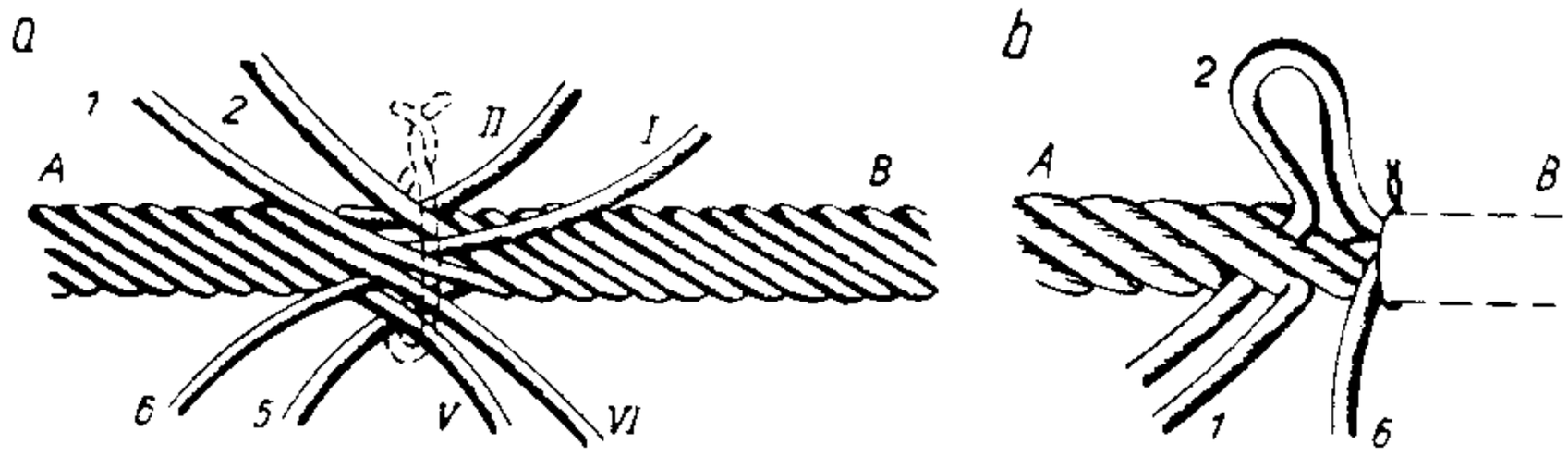
Liny stalowe łączone są za pomocą splotów. Rozróżnia się zaplot liny na specjalnym stalowym chomątku (rys. 22) oraz zaplot podłużny, stosowany przy łączeniu zerwanej liny (rys. 23).

Sposób wykonywania zaplotu na chomątku wyjaśnia rysunek 24. Przygotowaną do zaplotu linkę owija się na chomątku tak, aby jej swobodny koniec miał długość około



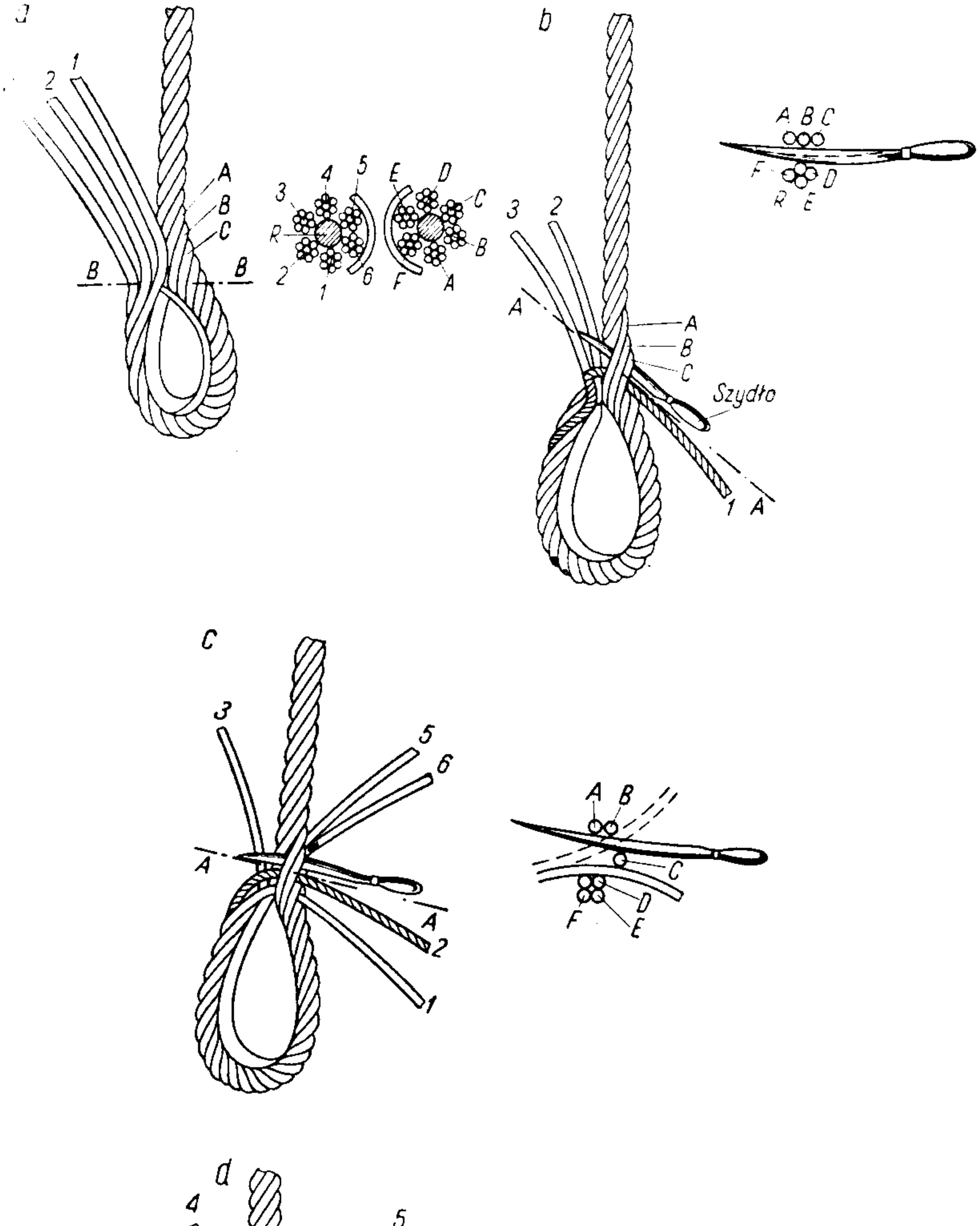


Rys. 22. Zaplot linki stalowej na chomątku

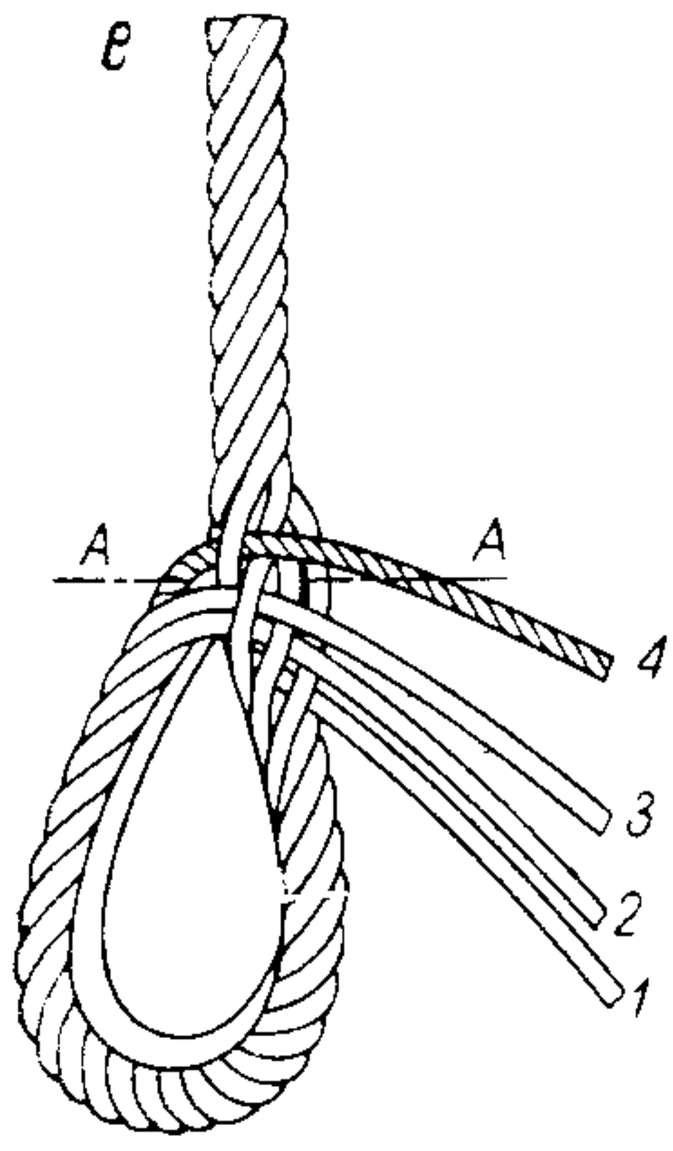


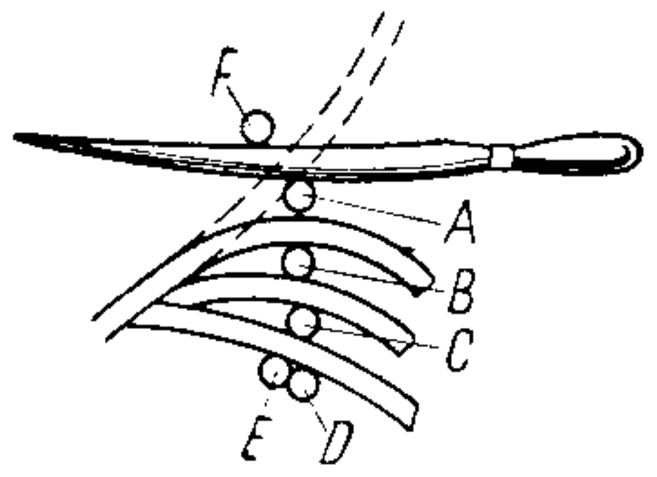
Rys. 23. Wzdłużny zaplot linki stalowej

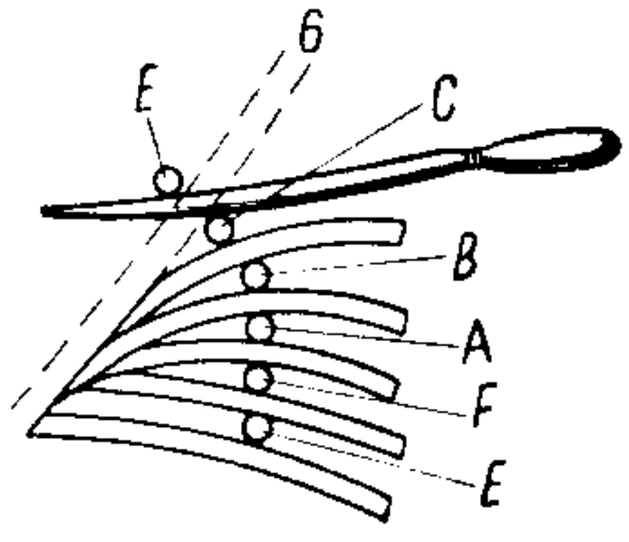
17÷20 cm. Sploty linki właściwej i sploty swobodnego końca oznacza się w sposób pokazany na rysunku 24*a*. Pierwszą czynnością jest zaplatanie splotów pierwszej warstwy pokazane na rysunkach 24*b*, *c*, *d*, *e*, *f*. Zaplatanie rozpoczyna się od splotu *1* (rys. 24*b*), który należy odchylić zgodnie z kierunkiem skrętu liny w prawo. Unosząc za pomocą specjalnego szydełka sploty *A*, *B* i *C* należy przesunąć pod nimi splot *1* wraz ze rdzeniem liny (rdzeń przesuwać zawsze razem ze splotem *1*). Splot *2* przesuwa się jedynie pod splotem *A* i *B* w sposób pokazany na rys. 24*c*. Splot *3* przesuwa się już tylko pod splotem *A* w sposób uwidoczniony na rys. 24*d*. Splot *4* przesuwa się pod splotem *F* i wprowadza pomiędzy splotami *A* i *F* w sposób pokazany na rys. 24*e*. Splot *5* wymaga przesunięcia pod splotem oznaczonym lite-

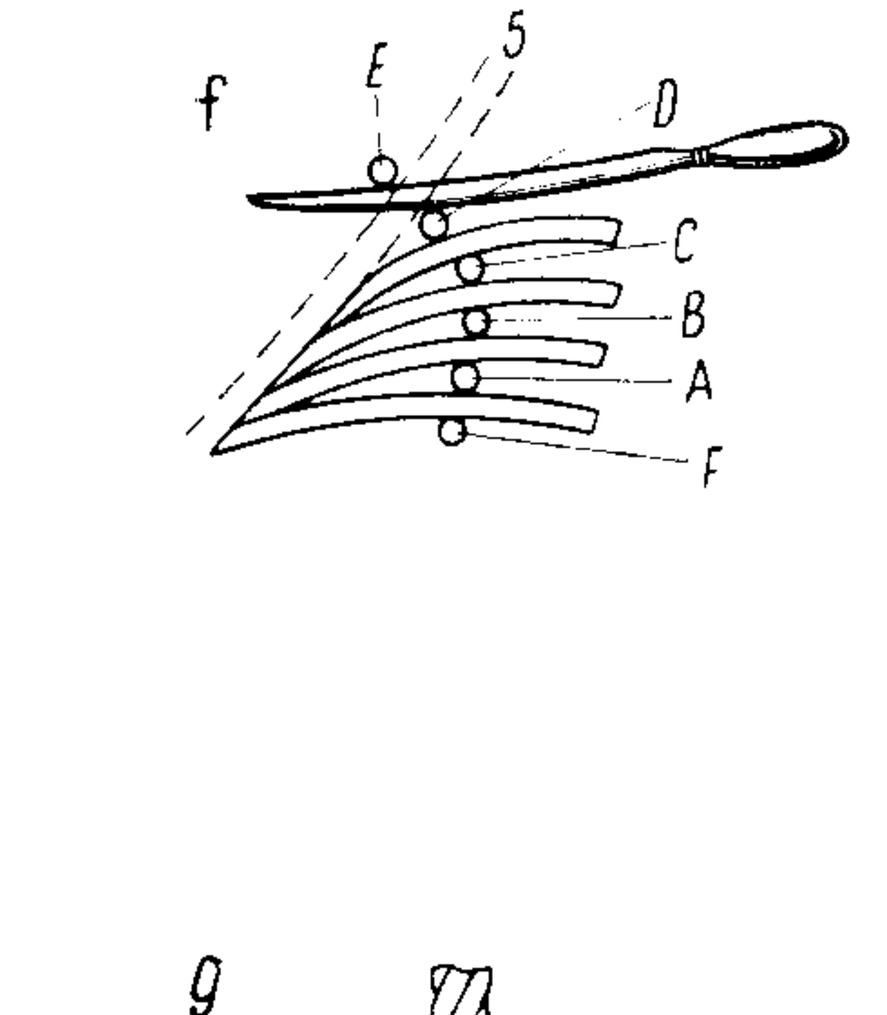


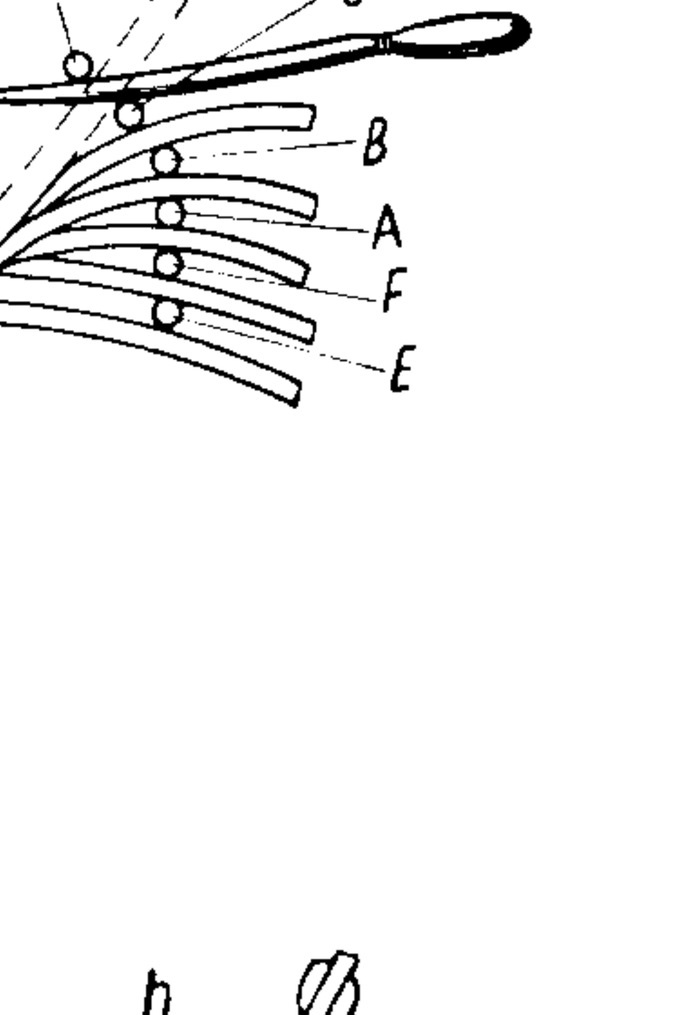
Rys. 24. Wykonywanie zaplotu linki stalowej na chomątku











Rys. 24 (ciąg dalszy)

rą *E* i wprowadzenia pomiędzy splot *E* i *F*. Splot *6* należy poprowadzić podobnie jak splot *4* w sposób uwidoczniony na rys. 24*f*.

Przeciągnięte sploty pierwszej warstwy należy obciągnąć za pomocą szczypiec w kierunku liny właściwej. Zaplatanie drugiej warstwy rozpoczyna się od splotu *1* podczas gdy pozostałe sploty przytrzymywane są w dłoni, w której trzymane jest chomątko (umieszczone najlepiej w imadełku). Splot *1* prowadzony jest teraz nad splotem *C*, a potem pod splotami *A* i *B*. Zilustrowane jest to na rysunku *g*. Drugi splot także należy prowadzić „nad jednym pod dwa", to znaczy nad splotem *B* i pod splotami *A* i *F* w sposób pokazany na rys. 24*h*.

W analogiczny sposób przesuwa się dalsze sploty stosując metodę „nad jednym pod dwa". Po ukończeniu zaplotu warstwy drugiej swobodne końce oplotów wymagają obciągnięcia szczypcami.

Zaplot linki na chomątku polega na wykonaniu zaplotu pięciu warstw, z których trzecią, czwartą i piątą wykonuje się w sposób analogiczny jak drugą. Po każdym zaplocie konieczne jest oklepanie zaplotu drewnianym młotkiem (na podkładce z drewna) w celu uzyskania zwartego zaplotu liny.

Wykończenie zaplotu polega na wykonaniu stożkowego zakończenia. W związku z tym co drugi splot przeciągany jest teraz „nad jednym, pod dwa" sploty linki właściwej, a następnie obciągany mocno płaskimi szczypcami i odcięty krótko przy lince. Zakończenie wymaga teraz starannego owinięcia miękkim drutem mosiężnym w miejscu widocznym na rysunku 22.

Wykonywanie wzdłużnego zaplotu liny (patrz rysunek 23) ma przebieg nieco odmienny. Obie łączne linki owija się w odległości około 15 cm od końców miękkim drutem mosiężnym, a następnie składa ze sobą tak, jak to pokazano na rys. 23*a*. W miejscu, w którym przeplatają się sploty obu końców linek, należy owinąć połączenie drutem, a poprzednio nawinięte druty usunąć.

Przy numerowaniu splotów przyjmuje się, że sploty obu łączonych linek mające tę samą numerację, przechodzą obok siebie. Pracę rozpocząć można od wplatania splotów linki *B* do linki *A*. W przypadku takim swobodne sploty linki *A* należy przewiązać drutem, aby nie przeszkadzały w wykonywanej pracy.

Pierwszą czynnością jest wplatanie splotu *1* (rysunek 23*b*), który należy prowadzić w kierunku przeciwnym do skrętu linki ponad splotem *IV* linki *A* oraz pod splotami *V* i *VI*.

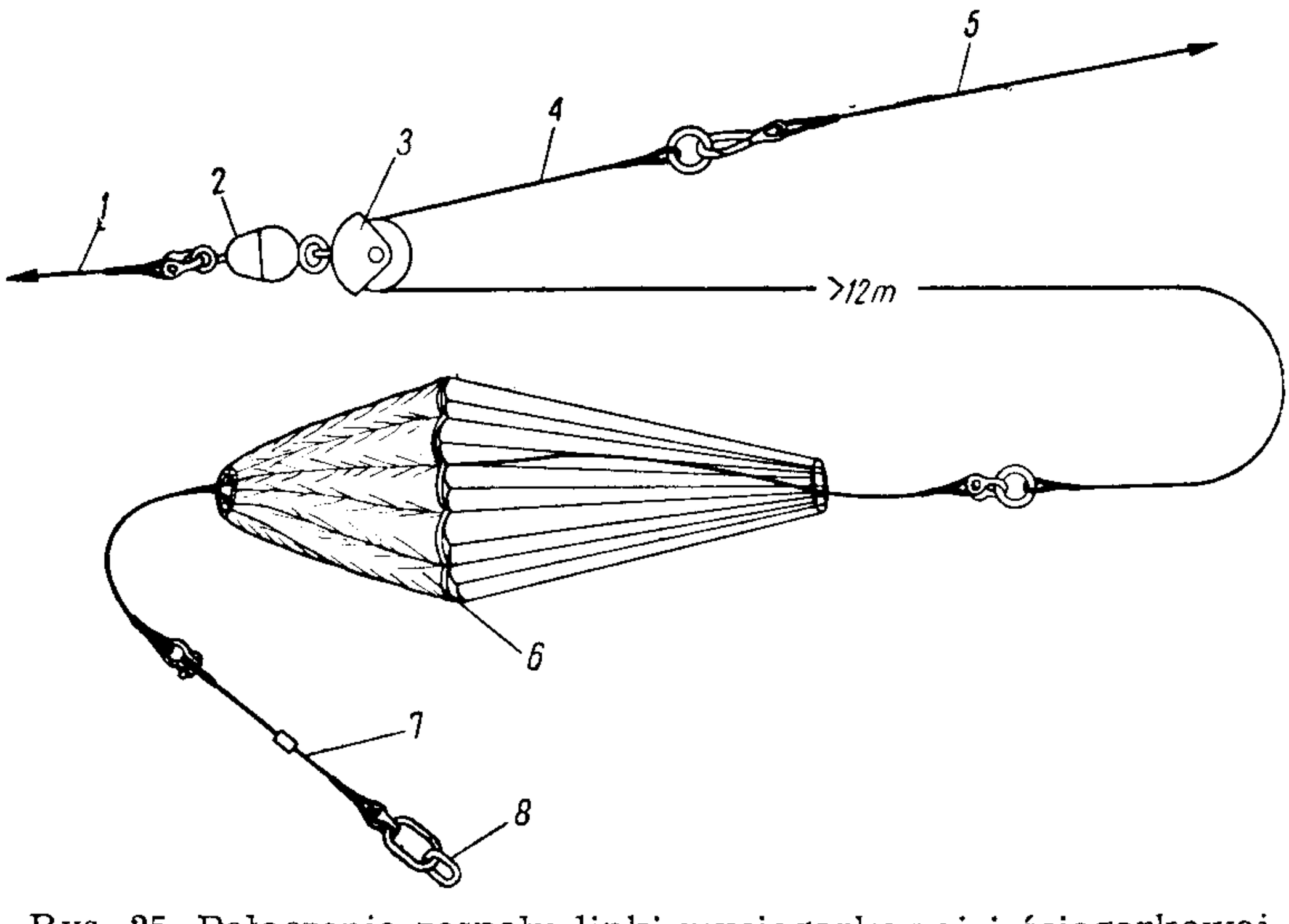
Drugą czynnością jest przesunięcie splotu *2* ponad splotem *I*, a następnie pod splotami *IV* i *V*. W ten sposób, stosując metodę „nad jednym pod dwa" przesuwać należy pozostałe sploty. Tak jak poprzednio, przesunięte sploty należy dobrze obciągać płaskimi szczypcami.

W opisany tu sposób wykonuje się też zaplot drugiej i trzeciej warstwy. Dalsze zaploty, to znaczy czwarty i piąty, wykonywane są przy stopniowo malejącej liczbie splotów. Rozpoczynając zaplot czwartej warstwy należy odciąć dwa przeciwległe sploty (np. splot *1* i *4)*, w związku z czym zaplot wykonany będzie tylko przy wykorzystaniu czterech splotów. Zaplot warstwy piątej odbywa się już tylko przy wykorzystaniu dwóch splotów. Po odcięciu końców ostatnich splotów należy zaplot wyklepać za pomocą drewnianego młotka.

Drugą część pracy wykonuje się w analogiczny sposób (tzn. wplatanie linki *A* do linki *B*). Całość należy wyklepać drewnianym młotkiem po uprzednim usunięciu drutu mosiężnego, którym były obie linki przytrzymane.

Montaż zespołu lin startu wyciągarkowego

Sposób łączenia zespołu liny wyciągarkowej i ściągarkowej ilustruje rynek 25. Na rysunku tym widoczne są trzy



Rys. 25. Połączenie zespołu linki wyciągarkowej i ściągarkowej
1 — lina wyciągarkowa, *2* — przegub obrotowy, *3* — krążek w obudowie, *4* — lina łącznikowa, *5* — lina ściągarkowa, *6* — spadochronik liny, *7* — bezpiecznik zrywowy, *8* — ogniwa zaczepowe

liny. Główna lina, wyciągarkowa, zakończona jest zaplotem na chomątku. Do liny tej przyłączony jest obrotowy przegub i krążek metalowy w obudowie. Przez krążek ten przewinięta jest lina łącznikowa o długości około 12 m zakończona z obu stron końcówkami na chomątkach, przy których znajdują się stalowe kółka. Lina ta ma możność przesuwania się na krążku od jednego końca do drugiego. Od strony szybowca przyłączony jest odcinek linki ze spadochronikiem, a następnie bezpiecznik zrywowy i ogniwa zaczepowe, za pomocą których łączy się linę z zaczepem na szybowcu. Z drugiej strony lina łącznikowa połączona jest z linką ściągarkową.

Pokazany na rysunku 25 przegub obrotowy chroni zespół lin przed splątaniem w przypadku rozkręcania się liny wyciągarkowej (pod wpływem obciążeń).

Spadochronik liny wykonany jest z mocnego płótna. Ma on średnicę około 90 cm, dzięki czemu skutecznie zapobiega gwałtownemu spadaniu zespołu lin na ziemię i chroni go przed uszkodzeniami i splątaniem się.

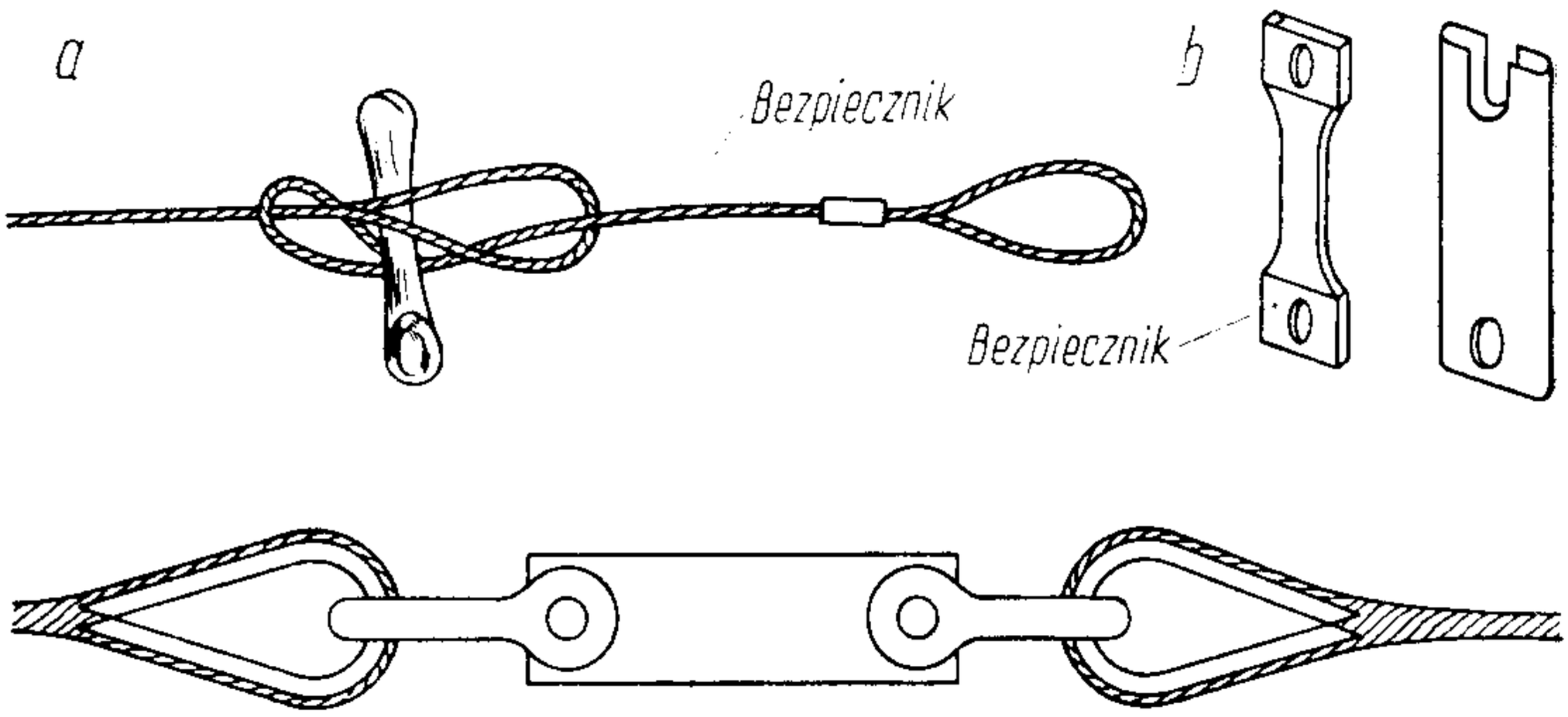
Przez środek spadochronika przeprowadzona jest linka stalowa o odpowiedniej długości, która podczas startu szybowca jest naprężona i dzięki temu spadochron jest wyciągnięty, a czasza jego nie może napełnić się powietrzem. Z chwilą odczepienia liny przy szybowcu linka wewnątrz spadochronika luzuje się, co umożliwia czaszy wypełnienie się powietrzem. Ze względu na tarcie spadochronika o ziemię podczas ściągania liny na start, żywotność jego nie jest duża.

Bezpieczniki zrywowe lin holujących szybowce stosowane są przy linach wyciągarkowych, a także przy linach ściągarkowych, jeśli wytrzymałość tych lin jest większa niż 460 kG. Bezpieczniki zrywowe mają postać odpowiednio zwymiarowanych elementów metalowych lub też wykonywane są z linek stalowych o odpowiedniej wytrzymałości. Obydwa rodzaje bezpieczników pokazane są na rysunku 26. Bezpiecznik linkowy włącza się do liny wyciągarkowej za pomocą pętli w sposób pokazany na rysunku 26*a*, metalowy sztywny natomiast w sposób widoczny na rysunku 26*b*. W obu przypadkach istnieje możliwość szybkiej wymiany bezpiecznika w warunkach startowych.

Wytrzymałości bezpieczników zrywowych ustalane są w zależności od ciężaru startującego szybowca. Wartości te określone są w tablicy 2.

Sposób ustawienia sprzętu na starcie szybowcowym ilustruje rysunek 20. Do obowiązków mechanika ściągarkowego należy przygotowanie ściągarki oraz zespołu lin wycią-

garkowej i ściągarkowej. W związku z tym mechanik upewnia się co do rodzaju szybowca mającego startować i wbu-



Rys. 26. Bezpieczniki zrywowe do lin hołowniczych szybowca

dowuje do zespołu lin bezpiecznik zrywowy o odpowiedniej wytrzymałości. Zespół lin przygotowuje się w sposób pokazany na rysunku 25.

Lina może być przyczepiona do zaczepu szybowca dopiero w chwili, gdy pilot zajmie miejsce w kabinie szybowca i za-

Tablica 2

Bezpieczniki zrywowe do lin holowniczych

Ciężar szybowca w locie kG	Nazwa bezpiecznika	Siła niszcząca kG	∅ linki bezpiecznika linkowego mm	Rodzaje szybowców
do 250	BZ—1	430÷480	2,5	szkolne jednomiejscowe, treningowe
250÷500	BZ—2	640÷700	3,0	wyczynowe jedno- i dwumiejscowe
500÷750	—	1050	3,5	dwumiejscowe

kończy przygotowania przedstartowe, zapnie pasy bezpieczeństwa i zamknie osłonę kabiny. Przed rozpoczęciem startu praktykuje się zwykle przeprowadzenie próby działania zaczepu, która polega na odczepieniu naprężonej przez obsługę startową liny. Próbę wykonuje pilot z kabiny szybowca.

W przypadku stwierdzenia uszkodzenia jakiegokolwiek elementu z zespołu lin, należy postępować rozważnie, mając na uwadze, że od sprawności i stanu technicznego elementów pokazanych na rysunku 26 zależy bezpieczeństwo szybowca i jego załogi. W związku z tym uszkodzone elementy należy wymieniać, a w przypadku braku części zamiennych można np. zrezygnować z udziału ściągarki odłączając od zespołu liną łącznikową krążek w oprawce, a nawet przegub obrotowy. Bezwzględnie jednak pozostać musi przy linie bezpiecznik zrywowy i typowe ogniwa zaczepowe.

Jeżeli konieczne stanie się zrezygnowanie ze spadochronika liny, co jednak nie jest zalecane, to niezbędne jest umieszczenie przed końcem liny kawałka mocnego płótna (chorągiewki) o dobrze widocznym kolorze. W ten sposób możliwe będzie śledzenie z miejsca startu momentu odczepienia liny od szybowca, a także łatwiejsze będzie odnalezienie końca liny w trawie lotniska. Chorągiewka z płótna powinna być umieszczona w takiej odległości od końca liny, aby nie mogła zaplątać się w wystające elementy konstrukcji szybowca.

Jeżeli podczas lotów nastąpi zerwanie liny wyciągarkowej, to konieczne jest bezpośrednie przystąpienie do wykonania wzdłużnego zaplotu liny. Niedopuszczalne jest, nawet doraźnie, sztukowanie liny przez wykonywanie węzłów lub pętli. Jeżeli wyciągarka dysponuje drugim bębnem z liną, to w celu uniknięcia przerwy w lotach rozwija się linę z tego bębna, po uprzednim zwinięciu na bęben liny zerwanej i usunięciu oderwanej części z pola wzlotów. Odcinki liny wyciągarkowej wykazujące uszkodzenia, deformacje, zerwane pojedyncze druciki (jednoczesne zerwanie kilku drucików) powinny być z liny wycięte.

Liny holownicze do startu za samolotem *)

Do holowania szybowców za samolotem stosuje się obecnie wyłącznie linki tekstylne o długościach 60, 40 i 20 m. Linki o większej długości przeznaczone są do holowania szybowców pilotowanych przez pilotów mniej zaawansowanych, linki krótkie natomiast wymagają dobrego opanowania pilotażu szybowca i umiejętności dokładnego utrzymania miejsca za samolotem.

Według obowiązujących wymagań, wytrzymałość połączenia pomiędzy samolotem a szybowcem nie powinna być większa niż 600 kG. Jeżeli lina odznacza się większą wytrzy-

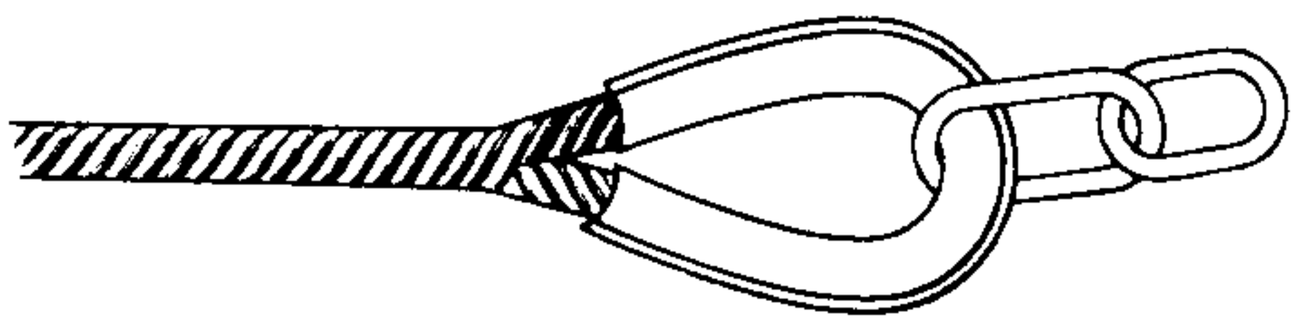
*) Szczegółowe wiadomości na temat startów za samolotem zawiera książka J. Zielezińskiego pt. „Urządzenia startowe szybowców i ich obsługa", WKŁ, Warszawa 1965.

małością, to powinna być zaopatrzona, podobnie jak lina wyciągarkowa, w odpowiedni bezpiecznik zrywowy. Jednocześnie wymaga się, aby lina holownicza była elastyczna, czyli wykazywała zdolność do rozciągania się i kurczenia, dzięki czemu mogą być łagodzone szarpnięcia wynikające np. z błędów pilotażu popełnianych przez ucznia pilota szybowcowego.

Liny holownicze wykonywane są z włókna konopi, manili oraz z tworzyw sztucznych, jak nylon, perlon i in. Liny takie odznaczają się zwykle wytrzymałością od 600 do 1450 kG przy średnicy 8÷12 mm, a wydłużenie ich przy zerwaniu dochodzi do około 50% (zwłaszcza dla tworzyw sztucznych).

Liny holownicze wyposażone są na obu końcach w ogniwa zaczepowe, takie jakie stosowane są przy linach wyciągarkowych. W tym celu liny zakończone są pętlami powstałymi przez zaplecenie ich końców, tak jak w przypadku lin stalowych. W celu ochrony liny przed uszkodzeniem pętle obszywane są zwykle skórą. Niektóre rodzaje lin, zwłaszcza z tworzyw sztucznych, mają splot, który wymaga zastosowania specjalnej metody zaplatania, podawanej zwykle przez wytwórcę. Sposób wykonania zakończenia linki holowniczej pokazany jest na rysunku 27.

Materiał, z którego wykonywane są liny holownicze, ma stosunkowo małą odporność na uszkodzenia i dość szybko zu-



Rys. 27. Zakończenie liny holowniczej

żywa się, toteż podczas użytkowania konieczne jest szczególnie ostrożne obchodzenie się z linami. Na zużywanie się lin ma znaczny wpływ lądowanie samolotu holującego ze zwisającą linką, kołowanie samolotów po leżącej na ziemi linie, a także stosowanie lin holowniczych do transportowania szybowców na start. O ile lądowanie z linką jest w pewnych warunkach uzasadnione (np. przy dużym ruchu na lotnisku i większej liczbie samolotów holujących, bądź w celu zaoszczędzenia resursu samolotu), o tyle kołowanie po niej, stosowanie jej do transportu naziemnego lub zgoła do prac gospodarczych, nie może mieć miejsca. Niedopuszczalne jest użytkowanie linek uszkodzonych, osłabionych lub mających węzły, a także linek skracanych doraźnie przez wykonanie węzłów.

Przed rozpoczęciem lotów wymagane jest staranne przeglądnięcie całej liny holowniczej. W przypadkach wątpliwych

usterki powinny być zgłoszone instruktorowi prowadzącemu loty, który zarządzi wtedy wymianę liny na inną. Należy zawsze pamiętać, że zerwanie się liny podczas startu zespołu może mieć groźne następstwa zarówno dla szybowca, jak i jego załogi, a w niektórych przypadkach i dla samolotu holującego. Zalecane jest przyłączanie liny holującej do samolotu zawsze tym samym końcem, co ma na celu ochronę liny przed wyłamywaniem i wydzieraniem włókien (włókna układają się w jedną stronę i kierunek tarcia jest stały, „z włosem"). Dzięki przestrzeganiu tej zasady zwiększa się wyraźnie okres przydatności liny do pracy.

Liny powinny być przechowywane w zwojach o średnicy kilkudziesięciu cm. Niedopuszczalne jest zwijanie w zwoje mokrych, nie wysuszonych lin, jak też wieszanie zwojów na gwoździach, prętach itp. Najbardziej celowe jest poziome układanie zwojów, dopuszcza się jednak wieszanie lin na drewnianych kołkach.

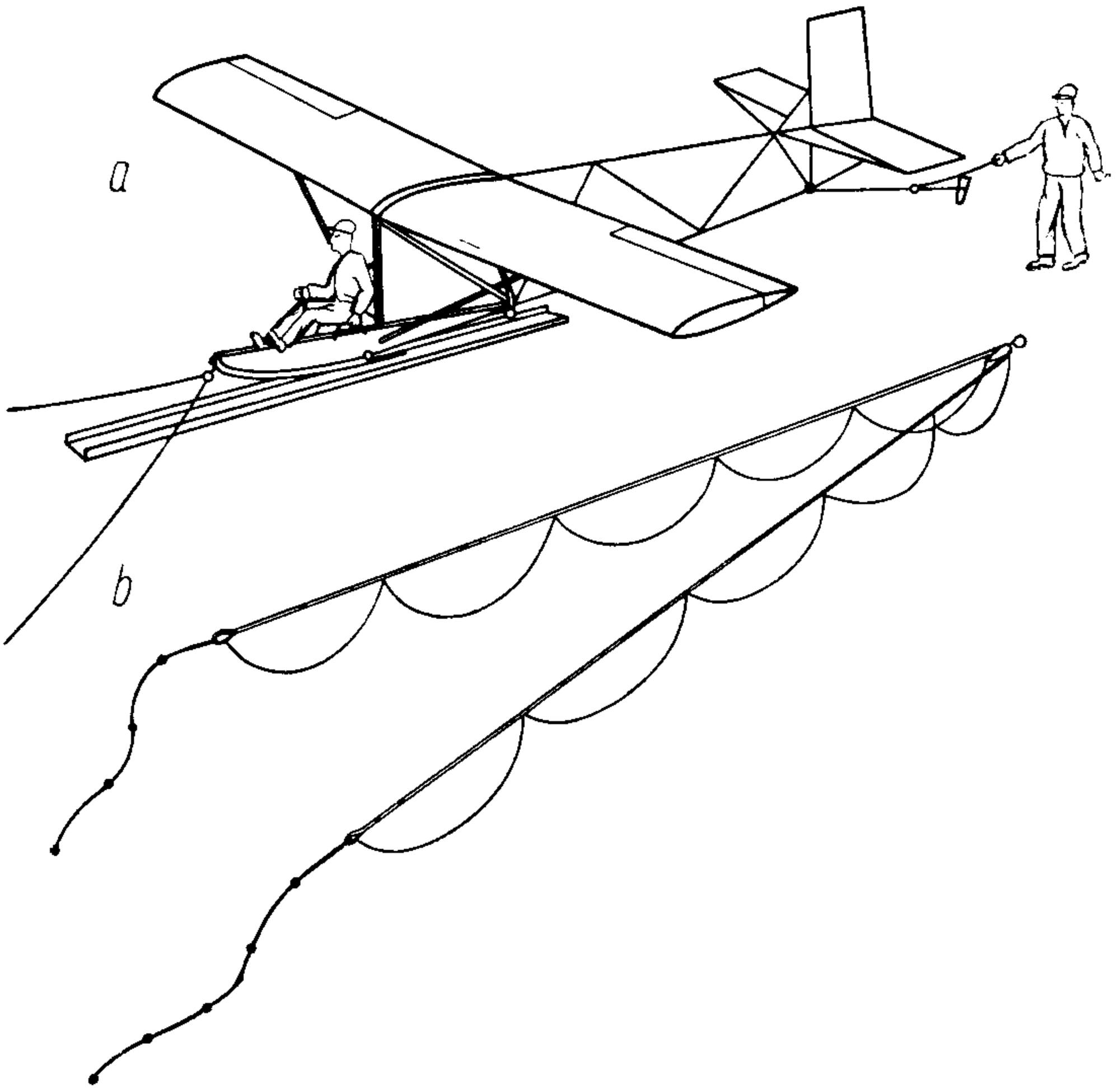
Okres przydatności lin do pracy nie jest ściśle ustalony, zależy głównie od jakości liny i od prawidłowości ich eksploatacji. O stanie technicznym lin do holu orzeka się na podstawie szczegółowych oględzin przeprowadzanych w ustalonych okresach czasu.

Gumowe liny startowe

Do umożliwienia wykonywania startów z lin gumowych konieczne jest wyposażenie składające się z pary gumowych lin startowych i ogonowego zaczepu startowego przymocowanego na stałe do kołka wbitego w ziemię. Często, w celu ułatwienia rozbiegu szybowca stosowane są dodatkowo deski startowe. Ogólny wygląd tych urządzeń, jak też ich rozmieszczenie na starcie, przedstawiono na rysunku 28.

Zasada startu z lin gumowych przypomina działanie procy gumowej. W celu umożliwienia odpowiedniego naprężenia lin gumowych szybowiec musi być przytrzymany na starcie, a następnie w dogodnym momencie zwolniony. Do tego celu służy właśnie startowy zaczep ogonowy. Stopień naciągu lin startowych określany jest przez instruktora prowadzącego loty na podstawie wzrokowej obserwacji stopnia wydłużenia lin. Liny ustawione są względem kierunku startu pod pewnym kątem, przez co zapewnione jest bezpieczeństwo obsługi startowej, która naciąga liny. Zwykle do każdej z lin wykorzystuje się 3÷4 osoby obsługi.

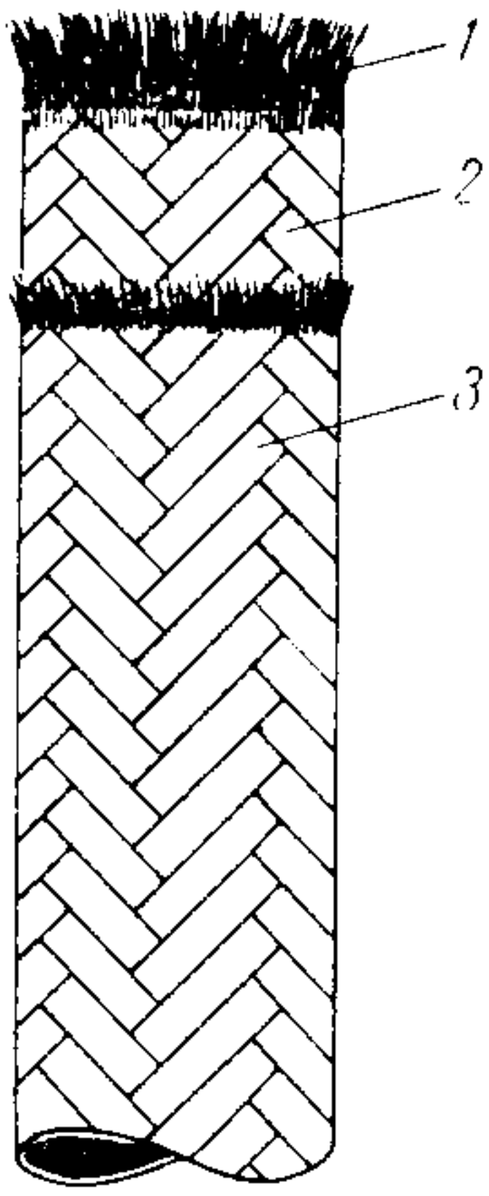
Komplet gumowych lin startowych składa się w zasadzie z jednej liny długości około 50 metrów złożonej w połowie



Rys. 28. Urządzenie startu z lin gumowych

i owiniętej na metalowym chomątku, do którego przymocowane jest ogniwo służące do połączenia lin z hakiem startowym szybowca. Dla lepszego wykorzystania lin stosowane są przy nich często przedłużacze z lin tekstylnych. Są one umocowane do obu końców liny, a dzięki wykonaniu na nich kilku węzłów pozwalają na wygodne i silne uchwycenie ręką. W celu ochrony obsługi przed skutkami niespodziewanego zerwania się liny, jak też w celu uchronienia lin przed nadmiernym wydłużaniem, stosuje się też często ograniczniki wydłużenia liny. Wykonane są one także z wytrzymałych lin tekstylnych, a sposób połączenia ich z gumowymi linami startowymi wyjaśniony jest na rysunku 28.

Gumowa lina startowa zbudowana jest z dużej liczby (800÷1000) cienkich nitek gumowych otoczonych dwiema lub trzema warstwami oplotu. Średnica liny wynosi około 16÷20 mm. Oploty odznaczają się charakterystycznym splotem (nici bawełniane lub lniane) umożliwiającym wydłużenie liny do około 100% pierwotnej długości. Oplot wewnętrzny zapobiega wzajemnemu przemieszczaniu się nitek gumowych,



Rys. 29. Budowa gumowej liny startowej
1 — rdzeń, *2* — oplot wewnętrzny, *3* — oplot zewnętrzny

zewnętrzny natomiast chroni linę przed oddziaływaniem czynników atmosferycznych i uszkodzeniami mechanicznymi. Budowa gumowej liny startowej pokazana jest na rysunku 29.

W zależności od liczby nitek gumowych, liny różnią się między sobą właściwościami. Liny o średnicach większych korzystniejsze są w warunkach bezwietrznych, gdyż dają większe przyśpieszenia przy starcie. Są one też stosowane głównie do startu szybowców ciężkich. W szczególnych przypadkach, jak np. przy starcie dwumiejscowego szybowca w warunkach bezwietrznych, wykorzystuje się do startu równolegle złożone dwie pary lin startowych.

Gumowe liny startowe nie powinny być wydłużane więcej niż o 80% ich pierwotnej długości. Nie należy ciągnąć ich na start po ziemi, gdyż prowadzi to do przyśpieszonego zniszczenia zewnętrznej warstwy oplotu. Przyśpieszone zużycie gumowych lin startowych wywoływane jest ponadto pozostawianiem lin np. na noc na miejscu startu (wilgoć, piasek, zmiany temperatury, światło słoneczne itp.), gwałtownym spadaniem naprężonych lin z haka szybowca, jak też lekceważeniem drobnych nawet objawów miejscowych uszkodzeń.

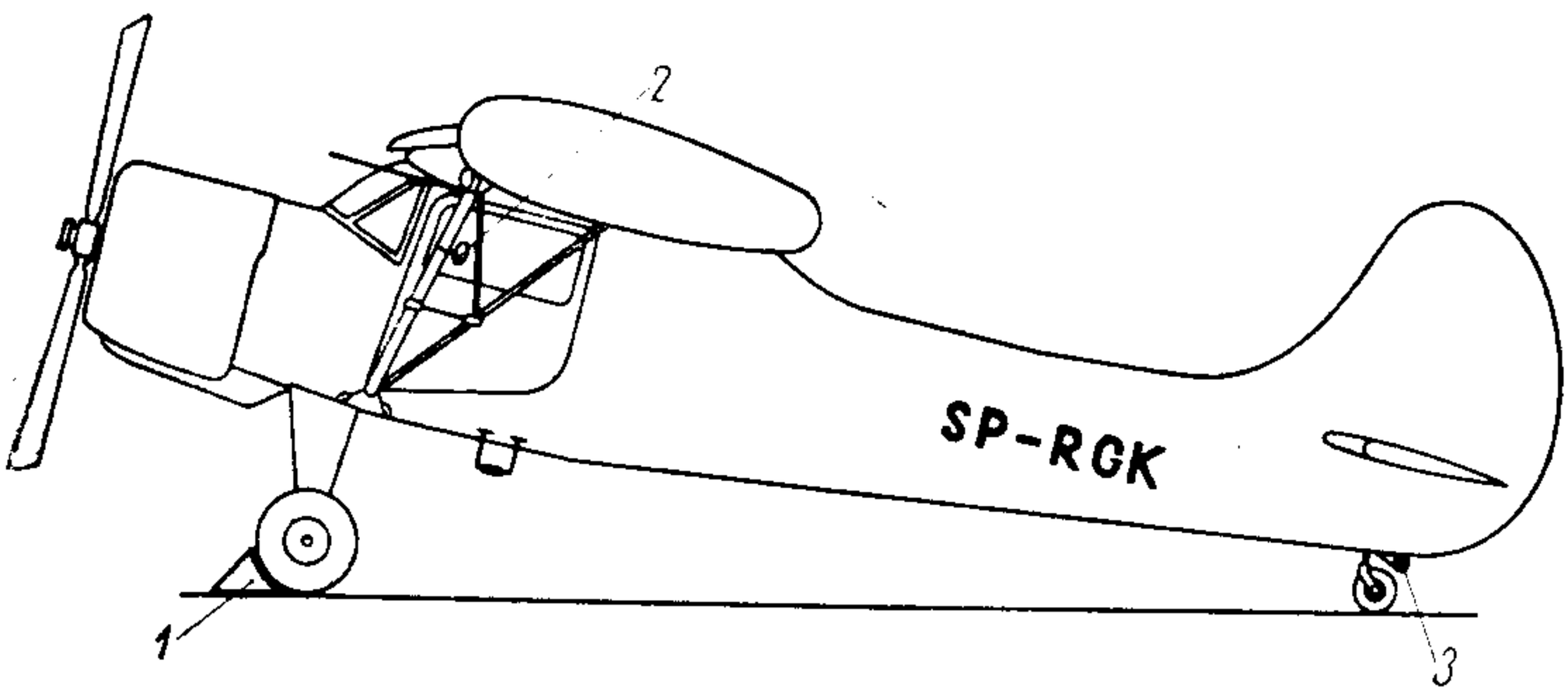
Rozdział 4

SAMOLOT HOLUJĄCY

Do holowania szybowców wykorzystywane są samoloty szkolne, sportowe i wielozadaniowe (np. samoloty rolnicze) odznaczające się odpowiednio dużą mocą silnika i dobrymi właściwościami lotnymi przy małych prędkościach lotu. Są to zwykle samoloty o małym ciężarze własnym, toteż przy zastosowaniu silników o mocy od 100 do 240 KM mają one pewien nadmiar mocy, który może być wykorzystany właśnie na holowanie szybowców.

Przystosowanie samolotu do holowania szybowców polega na zainstalowaniu na nim zaczepu z instalacją do jego zwalniania, oraz na zabudowie lusterka zwrotnego umożliwiającego pilotowi obserwowanie holowanego szybowca. W niektórych przypadkach konieczne jest wyposażenie samolotu w specjalne śmigło, skracające rozbieg samolotu przy starcie i zwiększające jego prędkość pionową (wznoszenia).

Jednym z bardziej nowoczesnych samolotów spełniających wymagania stawiane samolotom holującym jest samolot PZL 101 „Gawron" pokazany na rysunku 30.



Rys. 30. Przygotowanie samolotu holującego

Przygtowanie samolotu do holowania szybowców odbywa się przed rozpoczęciem lotów po wytoczeniu samolotu z hangaru. Przygotowania rozpoczyna przegląd dzienny przedlotowy, który wykonuje pilot holujący. Przegląd ten polega na kolejnym sprawdzaniu stanu poszczególnych części i zespołów samolotu podczas obchodzenia go dokoła w ustalony sposób. Podczas wykonywania tej czynności przeprowadzana jest kontrola stanu i działania zaczepu do holowania. Sprawdzeniu podlega czystość zaczepu i działanie jego mechanizmu powrotnego. Zaczep samolotowy różni się od zaczepu szybowcowego jedynie tym, że pod wpływem działania sprężyny jest on zawsze zamknięty, a do utrzymania go w stanie otwartym konieczne jest wywieranie siły na uchwyt zwalniający znajdujący się w kabinie pilota z lewej strony.

Szczególną uwagę należy zwracać na całkowite domykanie się zaczepu. Warunek ten może być spełniony wtedy, gdy zaczep jest czysty, odpowiednio nasmarowany, ma typową sprężynę zamykającą hak oraz gdy linka instalacji zwalniającej nie napotyka w prowadnicach na tarcie i nie jest zbyt krótka.

Podczas przeglądu sprawdzany jest także stan lusterka zwrotnego, a więc jego czystość, pewność zamocowania, moż-

ność ustawiania w odpowiednim położeniu zależnie od wzrostu pilota i długości liny holowniczej. Silnie zanieczyszczony zaczep holowniczy powinien być wybudowany, przemyty w benzynie lub nafcie, a następnie zanurzony w rozgrzanym oleju w celu konserwacji jego wewnętrznych elementów.

Do obowiązków pilota szybowcowego należy udzielanie pilotowi i mechanikowi pomocy podczas wytaczania samolotu z hangaru, jak i podczas uzupełniania paliwa i oleju. Podczas wytaczania samolotu pracą kieruje zwykle mechanik samolotowy, rzadziej pilot holujący. Samolot należy chwytać tylko w przewidzianych do tego celu miejscach, a więc za uchwyty przy końcach skrzydeł lub w tyle kadłuba. Niedopuszczalne jest wywieranie siły na śmigło, krawędzie spływu skrzydeł i sterów. Pilot szybowcowy wykonuje polecenia osoby kierującej wytaczaniem samolotu zwracając jednocześnie uwagę, aby samolot nie zaczepił skrzydłem lub usterzeniem o inne samoloty lub drzwi hangaru.

Przed przystąpieniem do uzupełnienia paliwa samolot powinien być uziemiony za pomocą linki metalowej znajdującej się przy podwoziu lub płozie ogonowej. Uzupełnianie paliwa odbywa się przy użyciu przeznaczonego do tego celu lejka z gęstą, nieuszkodzoną siatką metalową. Na siatkę nakłada się dodatkowo wkład z tkaniny jedwabnej lub irchę (gatunek miękkiej skóry), które odznaczają się właściwościami oddzielania wody, jaka może znajdować się w paliwie.

Olej wlewany jest do zbiornika przez lejek z siatką. Uzupełnianie paliwa w samolocie powinno się odbywać w warunkach uniemożliwiających dostanie się do zbiorników zanieczyszczeń i piasku niesionego np. z wiatrem. Zbiorniki mogą być uzupełniane tylko do określonej objętości. W tym celu konieczne jest sprawdzanie ilości paliwa i oleju podczas ich uzupełniania. Zwykle pozostawia się wolną $^1/_{10}$ objętości zbiornika paliwa i $^1/_4$ objętości zbiornika oleju (przy pełnym stanie paliwa i oleju). Ponieważ wlewy zbiorników umieszczone są zwykle dość wysoko, często jest konieczne wchodzenie na skrzydło lub wspieranie się nogą na wystających elementach samolotu. W przypadkach takich należy zwracać uwagę, aby nie uszkodzić samolotu. Wchodzenie i wspieranie się dozwolone jest tylko w miejscach do tego celu przewidzianych. Miejsca te są zwykle odpowiednio oznaczone lub mają kształt np. stopni, których przeznaczenie nie budzi wątpliwości.

W celu uruchomienia silnika samolot jest ustawiony w miejscu zabezpieczającym go przed podmuchami wiatru lub zderzeniem z innymi samolotami czy też przeszkodami naziemnymi. Miejsce to ustalane jest przez mechanika samolotu lub pilota. Bez względu na to, czy samolot wyposażony jest w ha-

mulce, do rozruchu silnika powinny być wstawione pod koła specjalne podstawki pokazane na rysunku 30.

Konieczne jest także ustawienie w pobliżu samolotu, z boku, od strony, na którą przechodzi mechanik, gaśnicy startowej. Pilot szybowcowy powinien zapoznać się ze sposobem uruchamiania takiej gaśnicy. Gaśnica przewidziana jest na przypadek, gdy w wyniku nieudanych, kilkakrotnych prób rozruchu, nastąpi przelanie silnika paliwem. Paliwo rozlane w gardzieli gaźnika, na maskach silnika, a nawet pod samolotem, może zapalić się od płomienia z rury wydechowej lub płomienia, który może cofnąć się z cylindra do rur ssących gaźnika. Przy rozlaniu paliwa zalecane jest przerwanie prób rozruchu, przetoczenie samolotu w inne miejsce jak też odczekanie, aby rozlane paliwo odparowało z instalacji silnika.

W warunkach lotniskowych prace przy rozruchu silnika wykonuje mechanik samolotowy i to nawet w przypadku, gdy silnik samolotu wyłączony został na środku lotniska, przy grupie startowej. W warunkach polowych, gdy samolot przylatuje po szybowiec, który wylądował przygodnie w terenie, z zasady silnika nie wyłącza się, mogą jednak zaistnieć okoliczności zmuszające do wyłączenia go. W sytuacji takiej pilot szybowca powinien umieć zastąpić mechanika. Jeżeli samolot wyposażony jest we własne urządzenie rozruchowe, to rola pilota szybowcowego ogranicza się do upewnienia się, czy samolot ma sprawne hamulce kół podwozia, jak też do usunięcia przygodnych osób na bezpieczną odległość. Jeżeli hamulców brak, konieczne jest podłożenie pod koła klocków drewnianych lub odpowiedniego kształtu kamieni. Ludzi należy usunąć sprzed samolotu poza płaszczyznę wirowania śmigła. Podczas poruszania się przy samolocie pilot szybowcowy powinien pamiętać o zagrożeniu, jakie stwarza obracające się śmigło.

Jeżeli rozruch silnika odbywa się ręcznie, to konieczne jest wyposażenie samolotu w rakietkę rozruchową. Składa się ona z drążka zakończonego haczykowato zagiętą łapką, którą zakłada się na krawędź spływu śmigła. Za pomocą tego urządzenia można przekręcać śmigło. W zasadzie komendy podczas rozruchu wydaje pomocnik przy śmigle, a pilot samolotu wykonuje odpowiednie czynności powtarzając głośno usłyszane komendy:

— pomocnik: „benzyna otwarta, zapłon wyłączony, zastrzyk";
— pilot somolotu powtarza słyszane hasła sprawdzając zawór paliwa, włącznik zapłonu i uruchamiając pompkę zastrzykową;
— pomocnik obraca śmigłem w kierunku pracy silnika obserwując czy spod silnika (gaźnika) nie kapią krople paliwa — wtedy daje hasło: przelany, mały gaz, a następnie usta-

wia śmigło w położeniu dogodnym do przerzucenia silnika przez kompresję i podaje hasło: „uwaga" (pilot powtarza hasła);

— pilot chwyta jedną ręką za uchwyt przełącznika iskrowników, prawą za korbkę iskrownika rozruchowego i odpowiada: „jest, uwaga!"

— pomocnik przerzuca za pomocą rakietki śmigło przez kompresję i odbiegając na tyle, aby go dostrzegł pilot, woła: „wolny"!

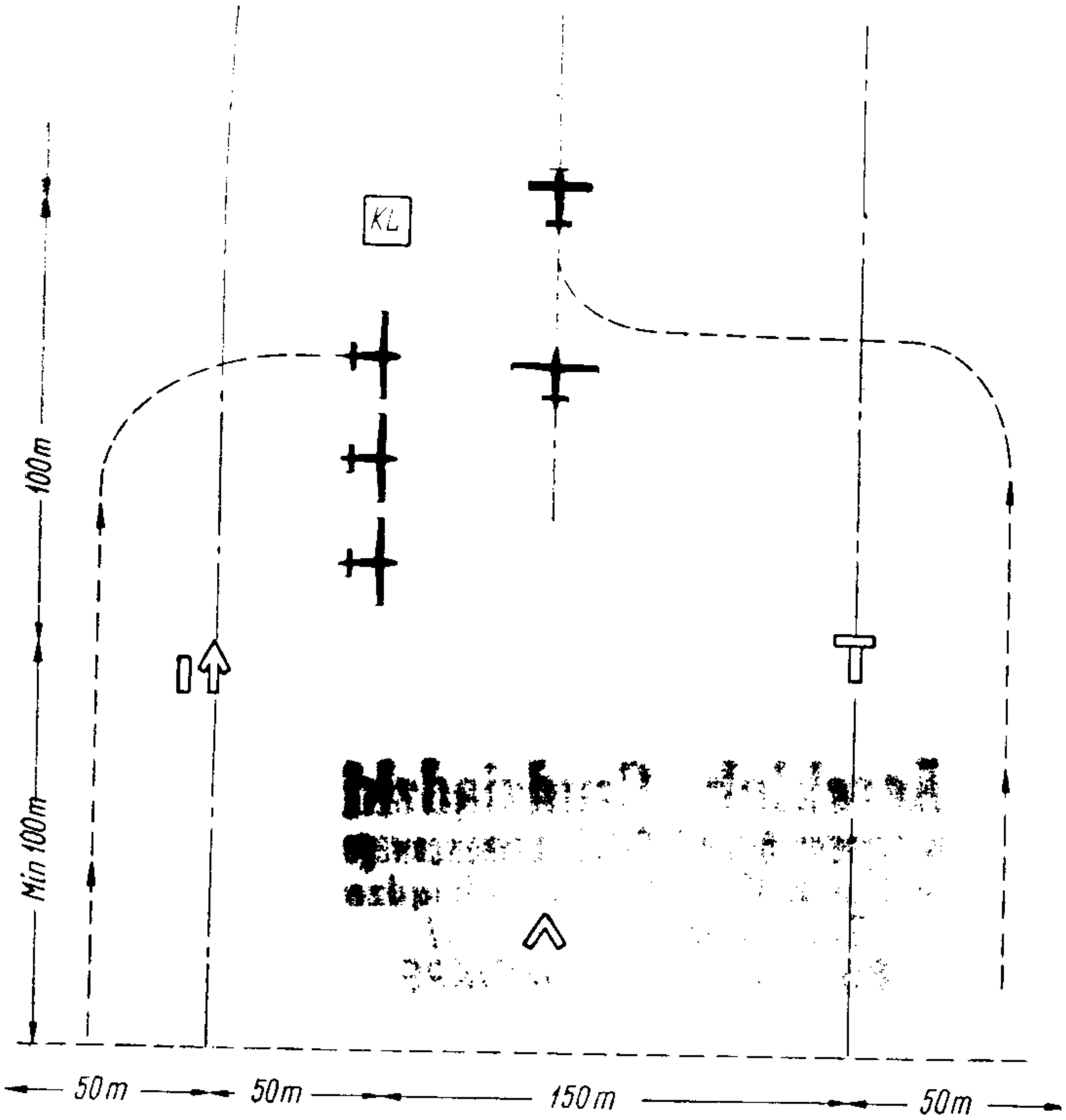
— pilot słysząc „wolny" włącza iskrowniki kręcąc korbką rozrusznika.

Przy prawidłowym zasilaniu silnik rozpoczyna pracę. Niepowodzenie próby rozruchu może polegać na wytworzeniu w cylindrach zbyt bogatej (przelany) lub zbyt ubogiej mieszanki. W pierwszym przypadku konieczne jest odczekanie kilku minut lub przedmuchanie silnika do tyłu (wyłączony, pełen gaz) polegające na wykonaniu kilku obrotów śmigła do tyłu. W drugim przypadku konieczne jest dalsze kontynuowanie zastrzykiwania paliwa, a więc powtórzenie próby rozruchu po wykonaniu dodatkowych zastrzyków paliwa.

Samolot wykołowujący spod hangaru w kierunku startu powinien być odprowadzany przez mechanika lub pilota szybowcowego, który idąc przy skrzydle towarzyszy mu przez kilkadziesiąt metrów. Jeżeli samolot jest pozbawiony hamulców na kołach, to osoba towarzysząca przytrzymuje koniec skrzydła pomagając pilotowi w wykonywaniu zmian kierunku. Do obowiązków tej osoby należy prowadzenie samolotu i informowanie pilota za pomocą znaków dawanych ręką o kierunku kołowania, jak i o konieczności np. zatrzymania samolotu. W analogiczny sposób należy postępować w przypadku, gdy samolot kołuje z lotniska w kierunku hangaru (tzn. należy wyjść na spotknie samolotu).

Obsługa samolotu na starcie szybowcowym należy do obowiązków pilotów szybowcowych. Polega ona na prowadzeniu samolotu za skrzydło od chwili, gdy samolot kołując zbliży się na odległość 30÷40 m do grupy lub pojedynczych szybowców, aż do momentu ustawienia się samolotu do startu z szybowcem. Jeżeli prędkość wiatru jest znaczna (np. powyżej 5 m/sek.) to niektóre typy starych samolotów, pozbawionych hamulców, wykazują niesterowność kierunkową na ziemi i wymagają przez cały czas kołowania konwojowania przy skrzydle. W warunkach bardzo silnego wiatru samolot powinien być konwojowany przez dwie osoby ustawione po obu stronach płata.

Zasady poruszania się samolotu holującego na starcie wyjaśnione są na rysunku 31. Na rysunku 31 zaznaczone jest



Rys. 31. Rozłożenie startu w lotach za samolotem

miejsce zrzutu lini holowniczej. Nad miejscem tym przelatujący na wysokości około 100 m samolot, odczepia linę holowniczą. Zrzut liny powinien być obserwowany przez pilotów szybowcowych, którzy też niezwłocznie przenoszą ją w kierunku szybowca przygotowanego do startu.

Z chwilą kiedy samolot wylądował i ustawił się przed szybowcem, jeden z pilotów szybowcowych zaczepia linę do zaczepu samolotu. W tym celu zbliża się do samolotu od tyłu i poruszając lekko sterem wysokości daje znak pilotowi o zamiarze podłączenia liny. Pilot samolotu obserwując go otwiera hak zaczepu, a po chwili zamyka go. W chwili gdy hak jest otwarty, należy wprowadzić w szczęki zaczepu ogniwa zaczepowe liny. Po zaczepieniu liny pilot szybowcowy napręża ją i szarpiąc kilkakrotnie sprawdza działanie zaczepu.

Jeżeli podczas podłączenia liny zostaną stwierdzone zacinanie się zaczepu lub ślady zanieczyszczeń, to do obowiązków pilota szybowcowego należy zameldowanie o tym instruktorowi prowadzącemu loty.

Drugi koniec liny holowniczej może być podłączony dopiero gdy pilot (załoga) szybowca ukończy przygotowania przedstartowe, zamknie osłonę kabiny, a osoby towarzyszące usunęły się sprzed szybowca. Pilot szybowcowy, który dokonał poprzednio przyłączenia liny do samolotu, pozostaje w bezpiecznej odległości obok samolotu i z chwilą przyłączenia liny do szybowca daje pilotowi samolotu znak (ruchy wahadłowe ręką wyprostowaną do dołu) do naprężenia liny. Samolot kołuje wtedy wolno do przodu.

Gdy lina napręży się, należy zasygnalizować to pilotowi samolotu przez krótkie uniesienie ręki do góry. Pilot zatrzymuje samolot oczekując na sygnał do rozpoczęcia startu. Pilot szybowcowy obserwuje sygnały nadawane przez osobę przytrzymującą skrzydło szybowca i powtarzając je daje pilotowi samolotu sygnał do startu zespołu.

Aeroklub Grudziądzki
Wyczynowy Ośrodek Szkol. Szybowcowego
w Lisich Kątach k/Grudziądza
Tel Grudziądz 209-37
86-325 — MOKRE

TEMATY KONTROLNE

1. Zasada pracy silnika czterosuwowego — wyposażenie silnika — zastosowanie silników czterosuwowych.
2. Zasada pracy silnika dwusuwowego — wyposażenie silnika — zastosowanie silników dwusuwowych.
3. Układy wyciągarek (schematy) — zespoły i ich przeznaczenie — prowadzenie liny startowej.
4. Układy ściągarek (schemat) — zespoły i ich przeznaczenie — prowadzenie liny ściągarkowej.
5. Liny do wyciągarek i ściągarek — budowa — właściwości — zasady wykonywania końcówek i łączenia lin — uszkodzenia lin — konserwacja lin.
6. Zespół liny wyciągarkowej i ściągarkowej — części składowe i ich przeznaczenie — rozłożenie liny na starcie.
7. Nożyce liny — przeznaczenie, zasady działania, uruchamianie, sprawdzanie sprawności.
8. Hamulce bębna — przeznaczenie, zasada działania, usterki hamulców.
9. Sprzęgła kłowe w urządzeniach startowych szybowców — miejsce zastosowania — przeznaczenie — usterki.
10. Rodzaje sprzęgieł wyciągarek i ściągarek — przeznaczenie — zasada pracy — usterki sprzęgieł.
11. Układacz liny — przeznaczenie — miejsce zastosowania — zasada pracy.
12. Zasadnicze różnice pomiędzy wyciągarką ŻUBR i HERKULES II.
13. Zasadnicze różnice pomiędzy wyciągarką HERKULES II i TUR.
14. Smarowanie i chłodzenie silników wyciągarek i ściągarek.
15. Bezpieczniki zrywowe — przeznaczenie — budowa — charakterystyka — sposób zabudowy.
16. Wyposażenie samolotu holującego — budowa i charakterystyka liny do holu.
17. Obsługa samolotu holującego — uzupełnianie paliwa i oleju, rozruch silnika na lotnisku i w terenie przygodnym, kołowanie na start.
18. Przygotowanie wyciągarki do pracy (czynności) — ustawienie wyciągarki na lotnisku.
19. Przygotowanie ściągarki do pracy (czynności) — ustawienie ściągarki na miejscu pracy.
20. Niebezpieczne sytuacje podczas startu — przyczyny — postępowanie przy obsłudze wyciągarki i ściągarki.